Ragnar Thofehrn
Avaliação de Terrenos Urbanos
Por Fórmulas Matemáticas
Rua B
10
45
15
Rua A
PINI

Ragnar Thofehrn

Ragnar Thofehrn é engenheiro civil, graduado pela Escola de Engenharia da UFRS em 1960 e pós-graduado em Avaliação e Perícia da Engenharia pela Faculdade Osvaldo Cruz.

Com 45 anos de atividade profissional, executou mais de 36.000 m² de obras públicas e privadas, desde casas populares pelo BNH até residências de alto padrão, além de indústrias, hotéis, clubes, hospitais e igrejas, bem como construções rurais, compreendendo engenhos, silos, calhas de concreto armado e estações elevatórias para irrigação.

Foi secretário de obras da prefeitura de São Lourenço do SulRS, chefe da diretoria de obras da construtora Ferreira,Ribeiro S/A, diretor-proprietário da Construtora Flamingo Ltda e membro da Inspetoria Regional do CREA-RS, em Pelotas/RS.

Avaliação de Terrenos Urbanos

Por Fórmulas Matemáticas

Ragnar Thofehrn

Avaliação de terrenos urbanos: por fórmulas matemáticas

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Thofehrn, Ragnar
Avaliação de terrenos urbanos: por fórmulas matemáticas / Ragnar Thofern. -- São Paulo: Pini, 2008.

Bibliografia.
ISBN 978-85-7266-206-2

1. Avaliação 2. Engenharia econômica
3. Imóveis - Avaliação 4. Imóveis - Valor de mercado
5. Perícias 6. Terrenos urbanos I. Título.

08-05728 CDD-620.00151

Índice para catálogo sistemático:
1. Avaliação de terrenos urbanos por fórmulas matemáticas: Engenharia de avaliações 620.00151

Coordenação de Manuais Técnicos: Josiani Souza
Projeto Gráfico e capa: Luciano Rocha
Diagramação: Mauricio Aires
Revisão: Luciana Azevedo

Editora Pini Ltda.
Rua Anhaia, 964 – CEP 01130-900 – São Paulo – SP – Brasil
Fone: (011) 2173-2328 – Fax: (011) 2173-2327
www.piniweb.com – manuais@pini.com.br
1ª edição
1ª tiragem: 2.000 exemplares, set/2008

À esposa Ana Maria, jardim da minha vida, que, entre rosas e espinhos, me contemplou com quatro flores chamadas Isabela, Claudia, Juliana e Emilia.

O meu agradecimento à filha Juliana pelo incentivo e apoio efetivo na realização desta obra.

PREFÁCIO

O presente livro tem o objetivo de mostrar aos profissionais que desejam ingressar no ramo de avaliações de imóveis o caminho que leva à determinação do valor de mercado de um terreno urbano com base nas fórmulas matemáticas de Harper-Berrini e do Ibape/SP.

Alguns autores encaram as fórmulas matemáticas com reservas, sob a alegação de que, em determinados casos, os resultados obtidos não condizem com as estimativas do valor de mercado. Esse problema aparece com maior freqüência na avaliação de terrenos com frentes múltiplas, cuja "profundidade equivalente" é inferior ao "fundo-padrão" da Zona. No entanto, pesquisas realizadas nesse setor levaram ao estabelecimento de uma fórmula chamada "Fator vantagem", a qual propicia uma compensação racional e isenta de distorções na valorização desses terrenos quando inserida nas fórmulas próprias.

Outrossim, a avaliação por fórmulas matemáticas é bem recomendada em regiões em que já é conhecido o "preço unitário"; ou onde há dificuldade de elaborar um estudo de aproveitamento eficiente por falta de legislação vigente; ou ainda, em zonas de norma em que os institutos regionais (Ibapes) ainda não estabeleceram planilhas para a homogeneização dos fatores de ajustes, o que, aliás, ocorre com a maioria dos Estados.

O conteúdo da obra consta, basicamente, de duas partes: a primeira tem início com o estudo dos fatores que afetam a valorização ou desvalorização de terrenos urbanos e termina com o desenvolvimento das fórmulas; a segunda consta de inúmeros exemplos de cálculos de valor, de "preço médio unitário" e de "preço unitário", abrangendo a maioria dos casos que podem se apresentar ao avaliador. Para facilitar as pesquisas, foram elaboradas uma relação dos símbolos adotados e outra contendo as fórmulas desenvolvidas.

Foi também elaborado um modelo de LAUDO DE AVALIAÇÃO de acordo com o roteiro básico apresentado no item 10.1 da NBR 14653-1 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), no qual são especificados os requisitos mínimos para caracterizar o terreno avaliando, culminando com o resultado da avaliação e sua data de referência.

A obra apresenta, ainda, o "Fator inclinação" sob a forma de gráfico, o que facilita a determinação desse coeficiente de desvalorização para qualquer aclive ou declive.

E, por fim, apresenta o "Fator aproveitamento", um novo conceito para a avaliação de terrenos situados em zonas centrais adensadas, que calcula o coeficiente de desvalorização do terreno em função da "Taxa de ocupação" e dos recuos obrigatórios estabelecidos pelos Planos diretores.

Com o presente trabalho, essencialmente didático e de fácil assimilação, espero contribuir para o engrandecimento desse empolgante ramo de nossa profissão, formulando votos de que o usuário faça bom proveito do seu conteúdo.

Eng. Ragnar Thofehrn

SUMÁRIO

SUMÁRIO

1 DEFINIÇÕES E CONCEITOS BÁSICOS

AVALIAR um bem é estimar o seu valor de mercado em data determinada.

Se o bem for um terreno urbano e o seu valor for calculado por fórmula matemática consagrada, acrescida de coeficientes de valorização ou desvalorização conhecidos por "fatores de valorização", podemos escrever:

AVALIAR um terreno urbano por fórmulas matemáticas é calcular o seu valor de mercado em data determinada.

VALOR DE MERCADO é o preço justo pago por um imóvel por um comprador desejoso de comprar para um vendedor desejoso de vender, ambos com pleno conhecimento do seu aproveitamento eficiente.

APROVEITAMENTO EFICIENTE é aquele recomendável e tecnicamente possível para o local, numa data de referência, observada a tendência mercadológica nas circunvizinhanças entre os diversos usos permitidos pela legislação pertinente (NBR 14653-2, item 3.1).

Segundo a NBR 14653-1, item 3.44, **VALOR DE MERCADO** é a quantia mais provável pela qual se negocia voluntária e conscientemente um bem, numa data de referência, dentro das condições de mercado vigentes.

Pelas definições acima, englobando os conceitos das palavras-chave **VALOR DE MERCADO** e **APROVEITAMENTO EFICIENTE** em uma única frase, podemos escrever:

AVALIAR um imóvel urbano é calcular o preço justo a ser pago por um comprador desejoso de comprar para um vendedor desejoso de vender, ambos com pleno conhecimento do seu aproveitamento recomendável e tecnicamente possível para o local, numa data de referência, observada a tendência mercadológica nas circunvizinhanças entre os diversos usos permitidos pela legislação pertinente.

É, pois, condição fundamental que o avaliador conheça perfeitamente o Plano diretor e o Código de obras da cidade onde se situa o imóvel avaliando.

A precisão dos cálculos do valor de mercado depende essencialmente do grau de confiabilidade das informações disponíveis. Mas depende, também, da competência do avaliador sob dois aspectos: habilidade na interpretação correta de dados relevantes e independência emocional de tendências.

2 LOTE-PADRÃO E FUNDO-PADRÃO

A avaliação de terrenos situados em áreas urbanas é determinada em função do "lote-padrão" e da cotação do "preço unitário" vigentes na zona.

"**Lote-padrão**" é o terreno urbano com as seguintes características:

a- formato retangular;

b- frente única em meio de quadra;

c- topografia plana, horizontal e no nível da rua;

d- solo firme e seco;

e- frente (testada) de 10 m e profundidade de 40 m ("fundo-padrão").

"**Fundo-padrão**" é a profundidade do "lote-padrão" e serve como termo de comparação.

O "**fundo-padrão**" de 40 m é adotado pelas repartições públicas federais, estaduais e municipais, bem como pelo Poder Judiciário, em que não existe outro critério legal.

O valor do "lote-padrão" é calculado pela fórmula simplista:

$$Vt = q \times S \qquad (1)$$

Em que:

Vt = valor do "lote-padrão";

q = "preço unitário" por m², referido ao "fundo-padrão" da zona e apurado pela pesquisa;

S = área efetiva do lote.

O valor de um terreno urbano pode ser calculado por fórmula matemática acrescida de coeficientes de valorização ou de desvalorização, chamados "fatores de valorização".

3 VALORIZAÇÃO E DESVALORIZAÇÃO DE TERRENOS URBANOS

3.1 GENERALIDADES

A valorização ou desvalorização de um terreno urbano depende basicamente da sua localização e das suas características físicas.

A localização é responsável pelos chamados "fatores extrínsecos", e as características físicas são conhecidas por "fatores intrínsecos".

O conjunto desses fatores, que valorizam ou desvalorizam um terreno urbano, é chamado de "fatores de valorização".

Observação:

Além desses fatores básicos, existem outros que não se enquadram em classificação. Exemplo: pagamento à vista ou a prazo; preferência por determinada zona; grau de interesse na compra do imóvel; quantidade de lotes ainda disponíveis em um loteamento; etc.

3.2 FATORES EXTRÍNSECOS

São aqueles que dependem de agentes externos, ou seja, são independentes das características do terreno avaliando e podem ser classificados em três grupos:

3.2.1 Valorização natural;

3.2.2 Valorização artificial;

3.2.3 Valorização legal.

3.2.1 Valorização Natural

É provocada pelo aumento populacional da cidade ou da zona.

Admite-se que o índice de valorização natural é da ordem de 3% a 12% ao ano, dependendo da região.

3.2.2 Valorização Artificial

É decorrente de obras de urbanismo e de saneamento.

Depende, portanto, da atuação dos poderes públicos na implantação de obras de urbanização (pavimentação de ruas, instalação de redes de energia elétrica, construção de escolas, creches, hospitais, postos de saúde e praças, facilidade de meios de transporte coletivo e comunicação, etc.) e de saneamento (redes de água, de esgotos pluviais e sanitários, estações de tratamento de esgoto, coleta de resíduos sólidos, etc.).

Depende, também, da proximidade de supermercados e bancos, bem como da qualidade das edificações vizinhas (valorização) e da proximidade de favelas (desvalorização).

Cumpre observar a desvalorização com a possibilidade de desapropriação por interesse público.

3.2.3 Valorização Legal

É decorrente de alterações introduzidas nas posturas municipais através dos Planos diretores.

3.3 FATORES INTRÍNSECOS

São aqueles que estão relacionados às características físicas do terreno, sendo os principais:

3.3.1 Valorização pelo formato;

3.3.2 Valorização pela dimensão da testada;

3.3.3 Valorização pelo número de testadas;

3.3.4 Valorização pela profundidade;

3.3.5 Valorização pela topografia;

3.3.6 Valorização pela geologia;

3.3.7 Valorização pela salubridade;

3.3.8 Valorização pela orientação;

3.3.9 Outros fatores de valorização.

3.3.1 Valorização pelo Formato

A forma do terreno é muito importante, sendo a forma retangular a mais valorizada. Nela se enquadra o "lote-padrão", cujas medidas oficiais são 10 m x 40 m (quando não vigora outro critério legal).

A proporção mais comum adotada entre a frente e a profundidade de lotes retangulares é 1:3 a 1:4.

3.3.2 Valorização pela Dimensão da Testada

Terrenos com frente ampla são mais valorizados, especialmente em zonas comerciais centrais.

No entanto, essa valorização é limitada pela profundidade, já que, à medida que esta vai diminuindo, diminuem as possibilidades de aproveitamento do lote.

Inversamente, lotes com pouca testada e muita profundidade também estão sujeitos à desvalorização gradativa, atingindo um limite em que só terão valor de mercado quando incorporados a lotes vizinhos.

3.3.3 Valorização pelo Número de Testadas

Os terrenos de esquina ou com frentes múltiplas são mais valorizados.

A valorização de terrenos de esquina é definida por um coeficiente chamado "fator esquina", cujo valor varia de acordo com a Zona. É um índice discutível quanto ao valor, porém, considerado em todas as avaliações.

A valorização de terrenos com frentes múltiplas é calculada pela homogeneização de todas as frentes, dando origem a uma testada fictícia chamada "testada equivalente".

A valorização desses terrenos parte do princípio de que eles podem ser subdivididos em dois ou mais lotes, cada um com a sua frente. Se os lotes resultantes estiverem enquadrados nas dimensões mínimas, a soma dos seus valores será maior do que o terreno avaliando.

3.3.4 Valorização pela Profundidade

A profundidade tem importância fundamental na valorização dos terrenos.

De fato, todas as fórmulas derivadas da fórmula básica de Harper-Berrini – que são as de uso corrente no Brasil – estão relacionadas com a profundidade do "lote-padrão", profundidade esta chamada "fundo-padrão", que varia de 30 m a 40 m (40 m é a medida oficial em que não vigora outro critério legal instituído pela municipalidade).

Cumpre observar que o "preço unitário" apurado pela pesquisa sempre se refere ao lote com "fundo-padrão" da zona.

3.3.5 Valorização pela Topografia

Já vimos que uma das características do "lote-padrão" é a topografia plana, horizontal e no nível do logradouro público.

Lotes com topografia acidentada sofrem desvalorização proporcional ao grau de aclive ou de declive, sendo pior a declividade (caimento para os fundos), a qual gera problemas de escoamento das águas pluviais e de veiculação dos esgotos das edificações.

Da mesma forma, terreno situado abaixo do nível da rua, embora plano e horizontal, sofre desvalorização devido à possibilidade de alagamentos e dificuldades na implantação das redes de esgotos.

O preço de um lote em declive ou situado abaixo do nível da rua pode ser avaliado descontando-se o custo da terraplenagem.

3 VALORIZAÇÃO E DESVALORIZAÇÃO DE TERRENOS URBANOS

O gráfico a seguir – que toma como paradigma o terreno plano, horizontal e no nível da rua – dá os valores dos coeficientes de desvalorização encontrados em quatro obras pesquisadas, de onde resultaram as curvas médias **ACLIVE** e **DECLIVE** adotadas:

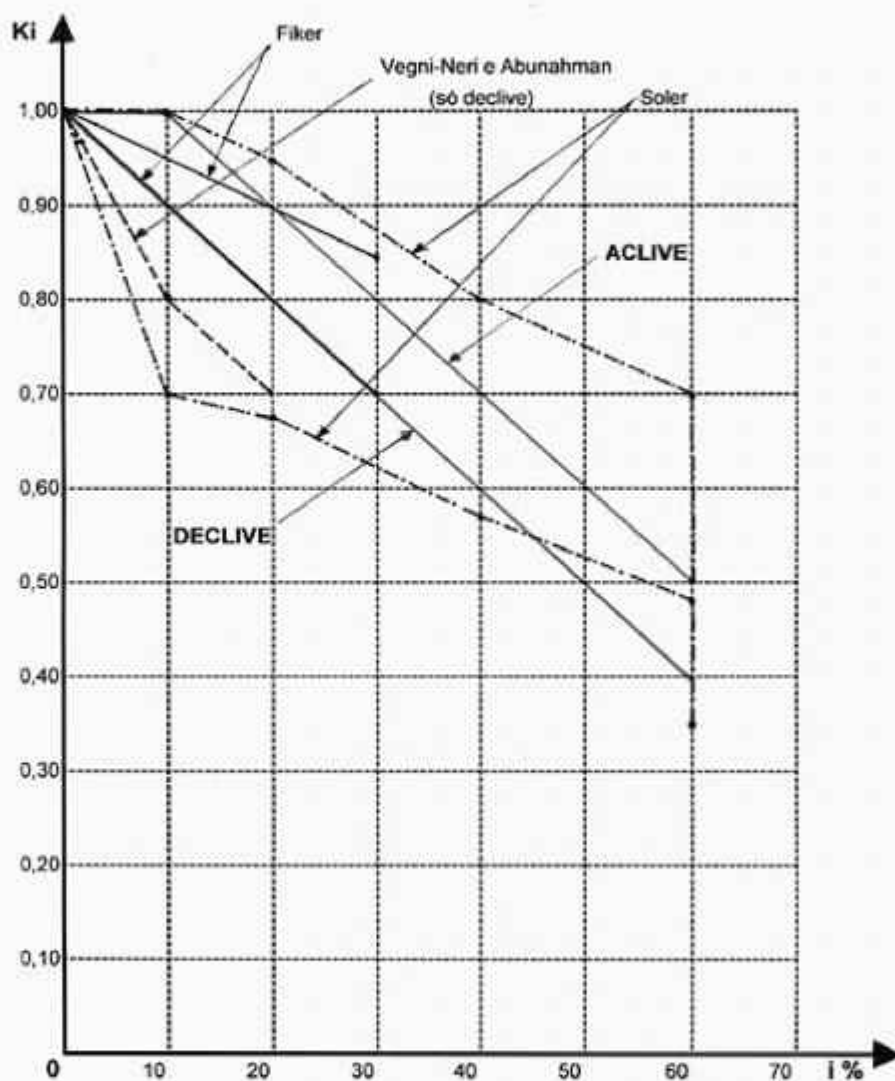



GRÁFICO DE Ki

(Fator inclinação: desvalorização por aclive e por declive)

Exemplo:

Terreno com aclive de 30%: Ki = 0,80

Terreno com declive de 30%: Ki = 0,70

3.3.6 Valorização pela Geologia

A consistência do solo pode intervir, excepcionalmente, como fator de valorização.

De fato, em terrenos localizados em solos de aluvião, é recomendado o uso de fundações com estacas cujos comprimentos e secções variam de acordo com a consistência do solo e das cargas atuantes. Já em terrenos de solo firme, as fundações podem ser diretas, com sapatas de concreto armado ou alvenaria de pedras, dimensionadas em função da tensão admissível do solo.

Como o segundo sistema é bem mais econômico, os terrenos situados em solo firme são mais valorizados.

Não existe tabela de referência que dá o coeficiente de valorização ou de desvalorização pela geologia. Aliás, esse fator só precisa ser considerado pelo avaliador em casos especiais, todos relacionados com o "preço unitário" vigente na zona, o qual é parte integrante das fórmulas de avaliação.

Exemplo de caso especial: Se, num loteamento situado em uma zona de solo de aluvião, o lote avaliando se localizar em solo firme, o avaliador deverá valorizá-lo por um coeficiente maior do que 1,00. Inversamente, se o loteamento estiver em zona de solo firme e o lote avaliando se encontrar em solo de aluvião, o fator corretivo será menor do que 1,00. Em ambos os casos, o valor do coeficiente de valorização (ou desvalorização) será em função da diferença de custos da infraestrutura da edificação.

3.3.7 Valorização pela Salubridade

Terrenos situados em zonas pantanosas têm a valorização prejudicada pela umidade.

A desvalorização de lotes com salubridade deficiente é definida por um coeficiente de desvalorização chamado "fator salubridade" (Ks).

O quadro abaixo – que toma como paradigma o terreno seco – fornece o "fator salubridade" em função da umidade:

Valorização pela Salubridade	Ks
Terreno seco	1,00
Terreno úmido	0,80
Terreno alagadiço	0,70
Terreno brejoso	0,60
Terreno inundável	0,50
Terreno alagado	0,40

3.3.8 Valorização pela Orientação

A orientação solar e a direção dos ventos predominantes podem ter influência na valorização de um terreno.

De fato, dependendo da finalidade da edificação, existem compartimentos que necessitam de muita insolação, outros de pouca e até os que não precisam de insolação.

Outro fator de valorização está relacionado com a direção dos ventos predominantes na zona.

A existência permanente de qualquer desses extremos (excesso ou ausência de insolação ou de correntes aéreas) pode ser fator de desvalorização de um terreno.

O "**fator orientação**", como o "fator geologia", também não tem uma tabela própria, mas deve ser considerado pelo fator de avaliação em casos especiais.

3.3.9 Outros Fatores de Valorização

Além dos fatores de valorização descritos anteriormente, existe uma série de outros, próprios de cada terreno, tais como: lotes de vila; lotes em ruas sem saída; lotes encravados com servidão de passagem; lotes com formato extravagante; lotes próximos a favelas, a presídios ou a cemitérios; lotes com vista

panorâmica; lotes em zonas de poluição ambiental (ruídos, mau odor, poeira, fumaça); etc.

Cada terreno tem suas características próprias, que precisam ser pesquisadas e analisadas com muita atenção, porque a confiabilidade de uma avaliação depende da disponibilidade de dados e da habilidade do avaliador na interpretação correta de dados relevantes.

4 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

As diretrizes para a avaliação de bens em geral encontram-se na NBR 14.653 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e são compostas de sete partes.

As partes que se referem à avaliação de imóveis são:

Parte 1 - Procedimentos gerais;

Parte 2 - Imóveis urbanos;

Parte 3 - Imóveis rurais;

Parte 4 - Empreendimentos.

Os principais métodos para identificar o valor de mercado de um bem são:

a) **Método comparativo direto** – Identifica o valor do bem por comparação com os valores de outros bens que possuem atributos semelhantes;

b) **Método involutivo** – Identifica o valor do bem com base no aproveitamento eficiente, tanto com relação às suas caracteristicas quanto com as condições de mercado da região;

c) **Método evolutivo** – Identifica o valor do bem pelo somatório dos valores de todos os seus componentes;

d) **Método da capitalização da renda** – Identifica o valor do bem com base na capitalização da sua renda líquida viável.

Com relação aos terrenos urbanos, basicamente existem dois métodos de avaliação:

1) **Método comparativo direto** – Identifica o valor do terreno por comparação com os valores de outros terrenos similares da região, mediante a transposição dos parâmetros dessa amostra, devidamente homogeneizados, para o terreno avaliando;

2) **Método involutivo** – Identifica o valor do terreno mediante a dedução dos valores de uma edificação hipotética suscetível de ser construida nele com apro-

veitamento eficiente. Na avaliação de terrenos, esse método é mais conhecido por Método residual, porque constitui o resíduo final (valor do terreno) da implantação de um empreendimento hipotético compatível com a legislação vigente na zona e dentro das condições do mercado local.

Na avaliação de qualquer terreno urbano, deverão ser consideradas as suas características físicas e o seu aproveitamento eficiente.

O objetivo desse livro é determinar o valor de mercado de um terreno urbano *in natura* partindo das fórmulas de Harper-Berrini e culminando com as fórmulas do Ibape/SP (Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias do Estado de São Paulo), as quais serão adotadas, futuramente, pelos demais institutos regionais do País.

5 PREÇO UNITÁRIO E PREÇO MÉDIO UNITÁRIO

Antes de passarmos ao desenvolvimento das fórmulas, vejamos os significados das expressões "preço unitário" (designado pelo símbolo **q** quando a unidade é o m² de área e pelo símbolo **p** quando a unidade é o metro linear de testada) e "preço médio unitário" (designado pelo símbolo **qm**):

PREÇO UNITÁRIO é o preço por m² (ou por metro linear de testada) do "lote-padrão" em determinada zona e obtido pela pesquisa no pólo de influência.

PREÇO MÉDIO UNITÁRIO é o preço por m² do terreno avaliando e é obtido por cálculo.

O "**preço unitário**" se refere sempre ao "lote-padrão" da zona.

O "**preço médio unitário**" se refere sempre ao terreno avaliando.

No "**lote padrão**", o somatório dos "fatores intrinsecos" é igual a 1,00.

Em qualquer terreno urbano, o somatório dos "fatores intrínsecos" pode ser menor, igual ou maior do que 1,00.

O "**preço unitário**" é igual ao valor do "lote-padrão" dividido pela área efetiva:

$$q = \frac{Vt.do."lote.padrão"}{S}$$

O "**preço médio unitário**" é igual ao valor do terreno avaliando dividido pela área efetiva:

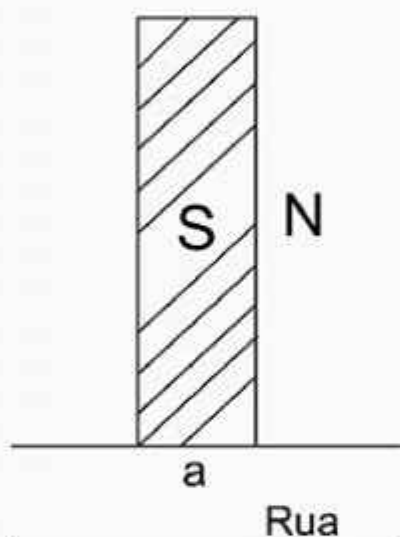
$$qm = \frac{Vt.do.terreno.avaliando}{S}$$

6 FÓRMULAS DE AVALIAÇÃO DE HARPER-BERRINI

Todas as fórmulas de avaliação de terrenos urbanos partem da fórmula simplista, válida somente para lotes retangulares, com profundidade igual ao "fundo-padrão" da zona e demais características físicas próprias do "lote-padrão".

6.1 TERRENOS COM FRENTE ÚNICA

6.1.1 Fórmula Simplista

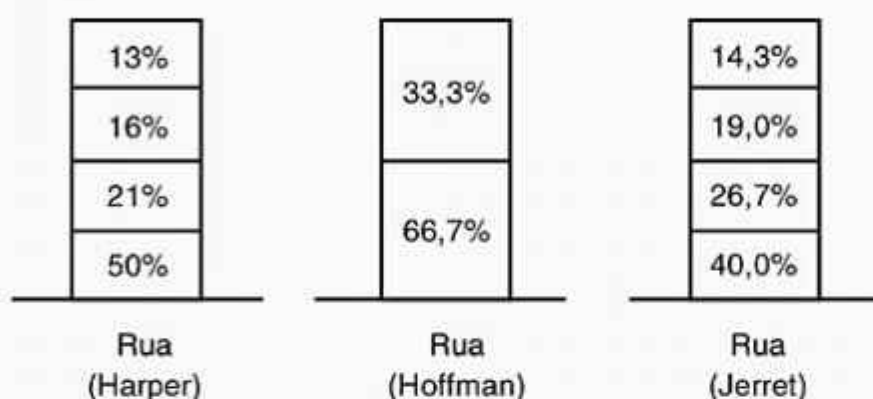
Conforme já foi dito, a fórmula simplista consiste basicamente em multiplicar o "preço unitário" pela área efetiva do lote, ou seja:

$$Vt = q \times S = q. (a \times N) \qquad (1)$$

Como essa fórmula não leva em consideração os fatores que valorizam ou desvalorizam o terreno avaliando, foram criadas fórmulas matemáticas com o objetivo de corrigir essa deficiência.

6.1.2 Fórmula de Harper

De um modo geral, todos os métodos de avaliação de terrenos urbanos se baseiam na relação existente entre a profundidade real e uma profundidade considerada ideal chamada "fundo-padrão", partindo do pressuposto de que a dificuldade de acesso aos fundos cresce à medida que aumenta a distância à rua, o que tende a desvalorizar as áreas mais distantes da frente.

Com base nesse princípio, surgiram diversas hipóteses visando criar uma fórmula que calculasse o valor de qualquer terreno urbano em função da sua profundidade.

Dentre as hipóteses, destacam-se as de Harper, de Hoffman e de Jerret, segundo as quais o valor de um terreno retangular vai diminuindo à medida que aumenta a distância à rua, conforme mostram os quadros abaixo:

A hipótese adotada no Brasil foi a de Sir Edgard Harper, desenvolvida a seguir.

Segundo Harper, o valor de um terreno retangular vai decrescendo da frente para os fundos e é distribuído em quartis com variação proporcional à raiz quadrada da profundidade. Ele admitiu ainda que 50% do valor total se localiza no 1° quarto.

Como essa hipótese é válida para qualquer profundidade, vamos tomar como exemplo um terreno retangular com 40 m de frente a fundos:

1° quarto: $\sqrt{10} = 3{,}16$ $= 50{,}00\% \times Vt$

2° quarto: $\sqrt{20} = 4{,}47$

$3{,}16 \rightarrow 50\%$

$4{,}47 \rightarrow x_2 = 70{,}73\%$

$70{,}73\% - 50{,}00\% = 20{,}73\% \times Vt$

3° quarto: $\sqrt{30} = 5{,}48$

$4{,}47 \rightarrow 70{,}73\%$

$5{,}48 \rightarrow x_3 = 86{,}71\%$

$86{,}71\% - 70{,}73\% = 15{,}98\% \times Vt$

4° quarto: $\sqrt{40} = 6{,}32$

$5{,}48 \rightarrow 86{,}71\%$

$6{,}32 \rightarrow x_4 = 100{,}00\%$

$100{,}00\% - 86{,}71\% = 13{,}29\% \times Vt$

Harper arredondou as variações calculadas acima para 50%, 21%, 16% e 13%.

Com base na sua hipótese, ele idealizou uma fórmula que relaciona a área efetiva (S) do terreno avaliando com a área do "lote-padrão", o qual contém a profundidade ideal conhecida por "fundo-padrão" (N), partindo da fórmula simplista:

$Vt = q \times S = q \times \sqrt{S^2} = q \times \sqrt{SxS}$

$$Vt. = q.\sqrt{S.(a.x.N)} \qquad (2)$$

Em que:

Vt = valor do terreno avaliando;

q = "preço unitário" do "lote-padrão" da zona;

S = área efetiva do terreno;

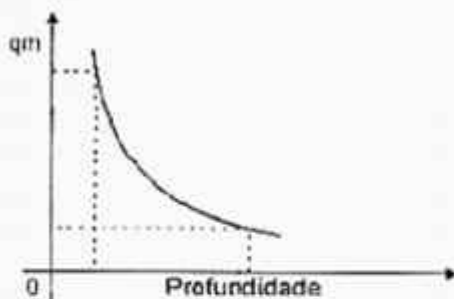
a = frente (ou testada) do lote;

N = "fundo-padrão" da zona.

Os inconvenientes dessa fórmula deduzida por Harper são os seguintes:

1- A fórmula só é aplicável para terrenos de forma retangular;

2- Para terrenos com profundidades muito pequenas ou muito grandes, os "preços médios unitários" atingem valores inaceitáveis no mercado imobiliário.

De fato, a representação gráfica resultante dessa hipótese mostra que, quando a profundidade do lote tende a zero, o "preço médio unitário" tende ao infinito; inversamente, se a profundidade do lote for muito grande, o "preço médio unitário" ficará próximo de zero.

É fácil de imaginar que nenhum desses extremos é aceitável no mercado imobiliário.

Mais adiante, veremos os artifícios que foram criados para corrigir essa aberração.

6.1.3 Fórmula Básica de Harper-Berrini

Como a fórmula (2) de Harper se restringe apenas a lotes de formato retangular, o engenheiro brasileiro Luiz Carlos Berrini criou uma terceira grandeza resultante do quociente da área efetiva pela testada, relação esta chamada "profundidade equivalente":

$$f = \frac{S}{a} \qquad (3)$$

Com esse artifício, surgiu a fórmula básica de Harper-Berrini, a qual realiza automaticamente a equivalência de um terreno de formato irregular para um lote de formato retangular.

6 FÓRMULAS DE AVALIAÇÃO DE HARPER-BERRINI

Eis o artifício usado por Berrini, partindo da fórmula (2) de Sir Edgard Harper:

$$Vt = q.\ \sqrt{S(a\ x\ N)} = q.\ \sqrt{\frac{S^2\ (a\ x\ N)}{S}} = q\ x\ S\ \sqrt{\frac{N}{\frac{S}{a}}}$$

$$\text{Vt} = q\ x\ S.x\sqrt{\frac{N}{f}} \qquad (4)$$

Em que:

Vt = valor do terreno;

q = "preço unitário" por m², referido ao "fundo-padrão" da zona;

S = área efetiva do terreno;

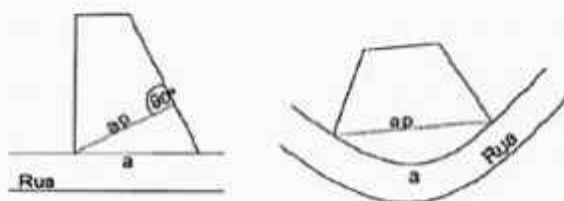
N = "fundo-padrão" ou profundidade do "lote-padrão" da zona;

f = "profundidade equivalente", ou seja, divisão da área do terreno pela frente: $\left(f = \frac{S}{a}\right)$.

Observação:

Com a alteração da Norma da ABNT, válida a partir de 30 de junho de 2004 (NBR 14.653-2, item 3.20), a frente real (a) foi substituída, nos cálculos, pela "frente projetada" (ap).

Então, nos cálculos:

$$f = \frac{S}{ap} \qquad (3a)$$

Exemplo elucidativo:

Calcular o valor de um terreno de formato retangular, plano e horizontal, firme e seco, no nível do meio-fio, medindo 10 m de frente e 60 m de profundidade, situado em meio de quadra, sabendo-se que a cotação do "preço unitário" na zona é de R$ 100,00/m² e o "fundo-padrão" é de 40 m.

Pela fórmula simplista:

$$Vt = q \times S = 100 \times 600 = R\$ \ 60.000,00$$

$$E \ qm = \frac{Vt}{S} = \frac{60.000}{600} = R\$ \ 100,00/m^2$$

Pela fórmula básica de Harper-Berrini:

$$Vt = q \times S \ . \ \sqrt{\frac{N}{f}} = 100 \times 600 \ . \ \sqrt{\frac{40}{600 / 10}}$$

$$Vt = 60.000 \times 0,8165 = R\$ \ 48.990,00$$

Ou ainda, pela fórmula de Harper:

$$Vt = q \ . \ \sqrt{S \ x \ N \ x \ a} = 100 \ \sqrt{600x40x10}$$

$$Vt = 100 \times 489,90 = R\$ \ 48.990,00$$

$$E \ qm = \frac{Vt}{S} = \frac{48.990}{600} = R\$ \ 81,65/m^2$$

Analisando os resultados, vemos que, pela fórmula simplista, o valor do terreno é bem maior do que o valor encontrado pelas fórmulas de Harper e Berrini. Isso porque o lote tem profundidade de 20 m acima do "fundo-padrão" da zona, o que tende a desvalorizar o "preço médio unitário".

Se o terreno tivesse 40 m de profundidade (medida do "fundo-padrão"), as fórmulas dariam o mesmo valor.

De fato, para N = 40 m, teríamos:

$Vt_1 = q \times S = 100 \ (10 \times 40) =$ R$ 40.000,00

$$Vt_2 = q \times S \times \sqrt{\frac{N}{f}} = 100 \times 400 \times \sqrt{\frac{40}{400/10}} = \text{R\\$ } 40.000,00$$

$$E\ qm = \frac{Vt}{S} = \frac{40.000}{400} = \text{R\\$ } 100,00/m^2$$

Agora, se o terreno tivesse apenas 30 m de profundidade, teríamos:

$Vt_1 = q \times S = 100 \times 300 =$ R$ 30.000,00

$$E\ qm = \frac{Vt_1}{S} = \frac{30.000}{300} = \text{R\\$ } 100,00/m^2$$

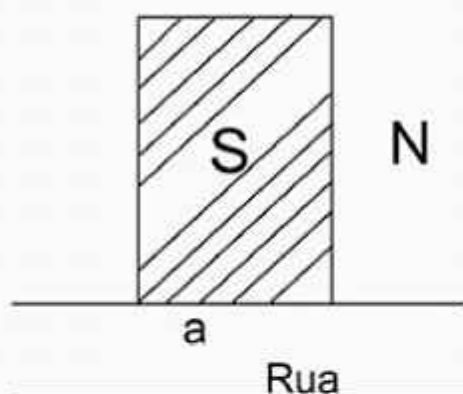
$$Vt_2 = q \times S \ . \sqrt{\frac{N}{f}} = 100 \times 300 \times \sqrt{\frac{40}{300/10}} = \text{R\\$ } 34.641,00$$

$$E\ qm = \frac{Vt_2}{S} = \frac{34.641}{300} = \text{R\\$ } 115,47/m^2$$

Pelos resultados acima, vemos claramente a influência da profundidade no valor do "preço médio unitário".

6.1.4 Variante da Fórmula de Harper

Se na fórmula (2) substituirmos o preço unitário **q** (por m²) pelo preço unitário **p** (por metro linear de testada), teremos uma variante da fórmula de Harper.

Vejamos, então, a relação que existe entre o preço/m² e o preço/metro linear de frente em lotes retangulares e "fundo-padrão" N:

$$Vt = q \times S = q \times a \times N$$

Ou:

$$Vt = p \times a$$

Donde:

$$q \times a \times N = p \times a$$

ou

$$q = \frac{p \times a}{a \times N} \qquad q = \frac{p}{N} \qquad (5)$$

Substituindo **q** pelo valor encontrado, a fórmula (2) ficará:

$$Vt = \frac{p}{N} \cdot \sqrt{S \times N \times a} = p \sqrt{\frac{S \times N \times a}{N^2}}$$

Donde:

$$Vt = p \cdot \sqrt{\frac{S \times a}{N}} \qquad (6)$$

6.1.5 Resumo das Fórmulas Básicas

$$Vt = q \,.\, \sqrt{S\ x\ N\ x\ a} = q \times S \,.\, \sqrt{\frac{N}{f}} = p.\ \sqrt{\frac{S\ x\ a}{N}}$$

Lembramos mais uma vez que essas fórmulas só são aplicáveis para lotes situados em meio de quadra, com uma única frente e com características próximas do "lote-padrão".

6.1.6 Limitações na Aplicação das Fórmulas

Vimos no exemplo elucidativo do item 6.1.3 (cálculo dos valores de lotes com profundidade maior, igual ou menor do que o "fundo-padrão") que o "preço médio unitário" vai aumentando à medida que diminui a profundidade e vai diminuindo à medida que a profundidade aumenta.

Assim sendo, aplicando-se simplesmente a fórmula (4) de Harper-Berrini em lotes de pouca profundidade ou muito profundos, o "preço médio unitário" tende, respectivamente, a valor infinito ou a zero, o que não condiz com a prática no mercado imobiliário.

De fato, abaixo de certa profundidade considerada mínima, não há mais possibilidade de edificar. Então, em vez de a cotação do m^2 aumentar, ela tende a diminuir até se anular.

Inversamente, se a profundidade do terreno for muito grande, o "preço médio unitário" ficará próximo de zero.

Para corrigir essas aberrações, foram estabelecidas limitações à fórmula básica de Harper-Berrini, adotando-se como paradigma o "fundo-padrão" N.

As limitações adotadas foram as seguintes:

a- Para terrenos com "profundidade equivalente" maior do que o "fundo-padrão" ($f > N$), usa-se a fórmula básica (4) de Harper-Berrini, até o dobro de N:

$$Vt = q \times S \cdot \sqrt{\frac{N}{f}} \qquad (\text{para } N \leq f \leq 2N) \qquad (7)$$

b- Para terrenos com "profundidade equivalente" menor do que o "fundo-padrão" ($f < N$), a expressão $\sqrt{\frac{N}{f}}$ da fórmula (4) foi invertida, passando à forma abaixo, válida até a metade de N:

$$Vt = q \times S \quad \frac{1}{\sqrt{\frac{N}{f}}}$$

Donde:

$$Vt = q \times S \times \sqrt{\frac{f}{N}} \qquad \left(\text{para } \frac{N}{2} \leq f \leq N\right) \qquad (8)$$

c- E, para terrenos com "profundidade equivalente" acima do dobro do "fundo-padrão" ($f > 2N$) ou abaixo da metade do "fundo-padrão" ($f < N/2$), adotam-se nos cálculos, respectivamente, esses dois limites, ou seja:

Para $f > 2N$, adota-se $f = 2N$ e, para $f < \frac{N}{2}$, adota-se $f = \frac{N}{2}$ (porque esses são os limites considerados razoáveis para a comercialização de terrenos cuja "profundidade equivalente" se afasta muito do "fundo-padrão" da zona).

Nessas condições, se na fórmula (7) = (4) fizermos f = 2 N, teremos:

$$Vt = q \times S \times \sqrt{\frac{N}{2N}} = 0{,}7071 \times q \times S;$$

E, se na fórmula (8) fizermos $f = \frac{N}{2}$, teremos:

$$Vt = q \times S \sqrt{\frac{N/2}{N}} = 0{,}7071 \times q \times S$$

Conforme podemos observar, as fórmulas são iguais para f = 2N e $f = \frac{N}{2}$.

Assim sendo, teremos:

$$Vt = 0{,}7071 \times q \times S \quad \left(\text{para } \frac{N}{2} \geq f \geq 2\,N\right) \qquad (9)$$

Observação:

Se na fórmula (4) = (7) de Harper-Berrini substituirmos **f** e **q** pelos seus valores definidos nas fórmulas (3) e (5), chegaremos à fórmula (6), que dá o valor de um lote retangular em função da cotação do "preço unitário" por metro linear de testada referido ao "fundo-padrão":

$$Vt = q \times S \times \sqrt{\frac{N}{f}} \qquad (4) = (7)$$

Mas:

$$f = \frac{S}{a} \; (3) \qquad e \qquad q = \frac{p}{N} \; (5)$$

Donde:

$$Vt = \frac{p}{N} \times S \times \sqrt{\frac{N}{S/a}} = p \times \sqrt{\frac{S^2 x\, N}{N^2 x\, S/a}}$$

Ou:

$$Vt = p \,.\, \sqrt{\frac{S\ x\ a}{N}} \qquad (6)$$

Portanto, a fórmula (6) somente tem validade para lotes retangulares quando a profundidade for maior do que o "fundo-padrão" da zona.

Assim sendo, para calcularmos o valor de um lote retangular no qual a cotação do "preço unitário" for dada por metro linear de testada, temos dois caminhos a seguir:

1º – Converter o "preço unitário" por metro linear para preço/m² pela fórmula (5) e adotar uma das fórmulas (7), (8) ou (9), conforme a profundidade equivalente;

2º – Adotar uma das fórmulas abaixo, resultantes da substituição de **q** por **p**, ou seja:

$$Vt = p \times S \times \sqrt{\frac{1}{N\ x\ f}} \qquad \text{(para } N < f < 2N\text{) (7')}$$

$$Vt = \frac{p\ x\ S}{N} \times \sqrt{\frac{f}{N}} \qquad \text{(para } N/2 < f < N\text{) (8')}$$

$$Vt = 0{,}7071 \left(\frac{p\ x\ S}{N}\right) \qquad \text{(para } N/2 > f > 2N\text{) (9')}$$

6.1.7 Relação entre "preço unitário" e "preço médio unitário"

Designando por Σ K o somatório dos "fatores intrínsecos de valorização" que interferem no valor final do terreno avaliando, teremos:

6 FÓRMULAS DE AVALIAÇÃO DE HARPER-BERRINI

a) Para terrenos com "profundidade equivalente" igual ao "fundo-padrão" da zona:

$$Vt = \sum K \cdot (q \times S) = qm \times S$$

Donde:

$$qm = \sum K \times q \qquad (\text{para } f = N)$$

b) Para terrenos com "profundidade equivalente" maior do que o "fundo-padrão" da zona:

$$Vt = \sum K \cdot \left(q \times S \times \sqrt{\frac{N}{f}}\right) = qm \times S$$

Donde:

$$qm = \sum K \cdot \left(q \times \sqrt{\frac{N}{f}}\right) \qquad (\text{para } N < f < 2N)$$

c) Para terrenos com "profundidade equivalente" menor do que o "fundo-padrão" da zona:

$$Vt = \sum K \left(q \times S. \sqrt{\frac{f}{N}}\right) = qm \times S$$

Donde:

$$qm = \sum K \cdot \left(q \times \sqrt{\frac{f}{N}}\right) \qquad (\text{para } N/2 < f < N)$$

d) Para terrenos com "profundidade equivalente" menor do que a metade do "fundo-padrão" ou maior do que o dobro do "fundo-padrão" da zona:

$$Vt = \sum K \cdot (0{,}7071 \times q \times S) = qm \times S$$

Donde:

$$qm = \sum K \cdot (0{,}7071 \times q) \qquad \text{(para } N/2 > f > 2N\text{)}$$

As fórmulas mencionadas dão o valor do "preço médio unitário" de terrenos com frente única, uma vez conhecidos o "preço unitário" obtido pela pesquisa na zona e os "fatores de valorização" próprios do terreno avaliando.

6.2 TERRENOS COM FRENTES MÚLTIPLAS

6.2.1 Introdução

Desenvolvemos até aqui as fórmulas derivadas da fórmula básica de Harper-Berrini que, acrescidas dos "fatores de valorização" próprios de cada caso, nos fornecem o valor de terrenos urbanos em meio de quadra e com frente única.

Na avaliação de terrenos de esquina ou com mais de uma testada, parte-se da hipótese de que o valor do imóvel avaliando corresponde à soma dos valores de todos os lotes possíveis de se gerar, cada um com sua testada e limitados por divisas imaginárias em posições tais que o valor de mercado dos lotes resultantes seja o máximo.

O desenvolvimento das fórmulas pode ser definido a partir das fórmulas (2) e (6), que nos conduzem às chamadas "fórmulas genéricas", ou então a partir das fórmulas (7) e (8), que levam em conta a "profundidade equivalente" ($f = \frac{S}{a}$).

6.2.2 Fórmulas Genéricas

Partimos das fórmulas (2) e (6) de Harper, que dão o valor de terrenos em função do "preço unitário" por m² de área ou do "preço unitário" por metro linear de testada:

$$Vt = q \times \sqrt{S.(N \; x \; a)} \qquad (2)$$

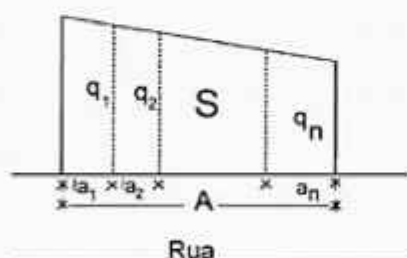
e

$$Vt = p \times \sqrt{\frac{S \; x \; a}{N}} \qquad (6)$$

Colocando **q** e **p** dentro dos radicais, teremos:

$$Vt = \sqrt{S \; x \; N \; x \; a \; x \; q^2} = \sqrt{S \; x \; N.(a \; x \; q^2)}$$

e

$$Vt = \sqrt{\frac{S \; x \; a}{N} x \; p^2} = \sqrt{\frac{S}{N}(a \; x \; p^2)}$$

Consideremos agora o terreno ao lado com área efetiva **S** e testada **A**.

Se dividirmos esse terreno em **n** lotes, com frentes e preços unitários iguais a a_1, q_1, a_2, q_2;...... an, qn, obteremos, por analogia, as fórmulas genéricas que dão o valor de terrenos com frentes múltiplas:

$$Vt = \sqrt{S \; x \; N(a_1 \; x \; q_1{}^2 + a_2 \; x \; q_2{}^2 + ... + a_n \; x \; q_n{}^2)} \qquad (10)$$

$$Vt = \sqrt{\frac{S}{N}(a_1 \; x \; p_1{}^2 + a_2 \; x \; p_2{}^2 + ... + a_n \; x \; p_n{}^2)} \qquad (11)$$

Onde: a_1, a_2.....an = testadas dos lotes;

q_1, q_2... q_n = "preços unitários" de pesquisa por m^2;

p_1, p_2...p_n = "preços unitários" de pesquisa por metro de frente.

Observação:

As fórmulas genéricas mencionadas têm limites de aplicação, conforme veremos adiante.

6.2.3 Testada Equivalente

Analisando o terreno da figura do item 6.2.2 sob o aspecto de lote com frente única e adotando q_1 como "preço unitário básico", pela fórmula (2) de Harper, teremos:

$$Vt = q_1 . \sqrt{S.(N\ x\ A)} = \sqrt{S\ x\ N.(A\ x\ q_1^{\ 2})}$$

Se, de outro lado, analisarmos o mesmo terreno com frentes e "preços unitários" iguais a a_1,q_1; a_2,q_2,....; an,q_n pela fórmula (10), teremos:

$$Vt = \sqrt{S\ x\ N(a_1\ x\ q_1^{\ 2} + a_2\ x\ q_2^{\ 2} + ... + a_n\ x\ q_n^{\ 2})}$$

Comparando as duas fórmulas, podemos escrever:

$$A \times q_1^2 = a_1 \times q_1^2 + a_2 \times q_2^2 + ... + an \times qn^2$$

Donde:

$$A = \frac{a_1 \ x \ q_1^2}{q_1^2} + \frac{a_2 x q_2^2}{q_1^2} + ... + \frac{a_n \ x \ q_n^2}{q_1^2}$$

E, finalmente:

$$A = a_1 + a_2\left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2 + ... + an\left(\frac{q_n}{q_1}\right)^2 \qquad (12)$$

A fórmula acima dá origem a uma nova grandeza chamada "testada equivalente" para terrenos com frentes múltiplas em função da "testada de referência" a_1, que contém o "preço unitário básico" $\mathbf{q_1}$, qual seja, o preço unitário máximo do pólo de influência.

Observação:

Se houver duas ou mais frentes de mesmo valor unitário máximo, a "testada de referência" a_1 passa a ser a de maior extensão.

6.2.4 Profundidade Equivalente

Já vimos, na teoria sobre avaliação de terrenos com frente única, que a "profundidade equivalente" é obtida pela divisão da área efetiva do terreno pela "frente projetada":

$$f = \frac{S}{ap} \qquad (3a)$$

Por analogia, em terrenos com frentes múltiplas, a "profundidade equivalente" é resultante da divisão da área efetiva do terreno pela "testada equivalente" ou "frente homogeneizada".

$$f_1 = \frac{S}{A} \qquad (13)$$

6.2.5 Fórmulas de Harper-Berrini para Terrenos com Frentes Múltiplas

Já vimos que as adaptações da fórmula básica de Harper-Berrini para avaliação de terrenos com frente única são:

$$Vt = q \times S \times \sqrt{\frac{N}{f}} \qquad \text{(para } N < f < 2N\text{) (7)}$$

$$Vt = q \times S \times \sqrt{\frac{f}{N}} \qquad \text{(para } N/2 < f < N\text{) (8)}$$

$$Vt = 0{,}7071 \times q \times S \qquad \text{(para } N/2 > f > 2N\text{) (9)}$$

Se substituirmos **q** por $\mathbf{q_1}$ e **f** por $\mathbf{f_1}$, obteremos, por analogia, as fórmulas de Harper-Berrini para terrenos com frentes múltiplas.

$$Vt = q_1 \times S \times \sqrt{\frac{N}{f_1}} \qquad \text{(para } N < f_1 < 2N\text{)} \qquad (14)$$

$$Vt = q_1 \times S \times \sqrt{\frac{f_1}{N}} \qquad \text{(para } N/2 < f_1 < N\text{)} \qquad (15)$$

$$Vt = 0{,}7071 \times q_1 \times S \qquad \text{(para } N/2 > f_1 > 2N\text{)} \qquad (16)$$

Em que:

q_1 = "preço unitário" de pesquisa junto à "testada de referência", qual seja a de maior valor do pólo de influência (ou a de maior extensão se houver duas ou mais frentes com a mesma cotação máxima);

f_1 = "profundidade equivalente" (divisão da área efetiva do terreno pela "testada equivalente" ($f_1 = \frac{S}{A}$).

6.2.6 Limitações na Aplicação das Fórmulas

Já foi dito que as fórmulas genéricas (10) e (11) têm validade limitada na avaliação de terrenos com frentes múltiplas.

Essa limitação está relacionada com a "profundidade equivalente" ($f_1 = \frac{S}{A}$), a qual não é considerada nas fórmulas genéricas. Assim, se um ou mais lotes das divisões imaginárias tiverem profundidade inferior ao "fundo-padrão" da zona, o terreno sofre uma desvalorização natural de mercado, o que não é acusado pelas fórmulas genéricas. Eis porque não é recomendado o uso das fórmulas (10) e (11), e sim as fórmulas (14), (15) e (16), que contêm a "profundidade equivalente".

A fórmula (14), adotada para terrenos com "profundidade equivalente" maior do que o "fundo-padrão" da zona ($f_1 > N$), é aplicável para qualquer número de testadas, sem restrições.

Mas, quando $f_1 < N$, as fórmulas (15) e (16) devem ser acrescidas de um coeficiente conhecido por "fator vantagem", que visa minimizar os efeitos de desvalorização excessiva de terrenos com "profundidade equivalente" inferior ao "fundo-padrão" da zona.

6.2.7 Fator Vantagem

Para minimizar o efeito excessivo da desvalorização de terrenos com $f_1 < N$,

adotou-se como "fator vantagem" um valor intermediário entre a relação básica

$\left(\frac{N}{f_1}\right)$ e a relação $\left(\frac{N}{f_1}\right)^{0,5}$ adotada na fórmula própria para terrenos com $f_1 > N$.

Nessas condições, o "fator vantagem" Kv será:

Kv = $\left(\frac{N}{f_1}\right)^{x}$ tal que:

$$\frac{\frac{N}{f_1}}{\left(\frac{N}{f_1}\right)^{x}} = \frac{\left(\frac{N}{f_1}\right)^{x}}{\left(\frac{N}{f_1}\right)^{0,5}}$$

Desenvolvendo, teremos:

$$\left[\left(\frac{N}{f_1}\right)^{x}\right]^{2} = \frac{N}{f_1} \times \left(\frac{N}{f_1}\right)^{0,5}$$

ou:

$$\left(\frac{N}{f_1}\right)^{2x} = \left(\frac{N}{f_1}\right)^{1,00} \times \left(\frac{N}{f_1}\right)^{0,50}$$

Donde:

$2x = 1,00 + 0,50$ e $x = 0,75$

Logo:

$$Kv = \left(\frac{N}{f_1}\right)^{0,75} = \left(\frac{N}{f_1}\right)^{3/4} \quad (\text{para } f_1 < N) \qquad (17)$$

Alguns autores adotam a fórmula:

$$Kv = 1 + \left(\sqrt{\frac{A}{a_1}} - 1\right) \frac{f_1}{N}$$

No entanto, estudos realizados com inúmeros terrenos de duas frentes e em condições diversas provaram que a fórmula (17) é mais razoável ante os resultados obtidos na pesquisa (vide planilhas G1 a G6 relacionadas no final deste livro).

Assim sendo, a fórmula (15), referente a terrenos com frentes múltiplas e "profundidade equivalente" menor do que o "fundo-padrão" da zona, passa para a forma abaixo com a inclusão do "fator vantagem" Kv:

$$Vt = K_v \times q_1 \times S \times \sqrt{\frac{f_1}{N}} \quad (\text{para } N/2 < f_1 < N) \qquad (18)$$

Em que:

K_v = "fator vantagem" obtido pela fórmula (17);

q_1 = "preço unitário" de pesquisa junto à "testada de referência" (a_1);

f_1 = "profundidade equivalente" $\left(\frac{S}{A}\right)$.

Outrossim, se na fórmula (18) fizermos $f_1 = N/2$, teremos:

$$Vt = Kv \times q_1 \times S \times \sqrt{\frac{N/2}{N}} = Kv \times q_1 \times S \times \sqrt{\frac{1}{2}}$$

ou

$$Vt = 0{,}7071 \times Kv \times q_1 \times S \qquad (\text{para } f_1 < N/2) \qquad (19)$$

E, em se tratando de terrenos com "profundidade equivalente" maior do que o "fundo-padrão" da zona, se na fórmula (14) fizermos $f_1 = 2N$, teremos:

$$Vt = q_1 \times S \times \sqrt{\frac{N}{2N}} = q_1 \times S \times \sqrt{\frac{1}{2}}$$

Portanto, permanece a fórmula (16):

$$Vt = 0{,}7071 \times q_1 \times S \qquad (\text{para } f_1 > 2\ N) \qquad (16)$$

Observação:

Assim como nos terrenos com frente única, nas fórmulas (16) e (19) está implícita a convenção dos limites abaixo:

Para $f_1 < N/2$, adota-se $f_1 = N/2$;

Para $f_1 > 2\ N$, adota-se $f_1 = 2\ N$.

6.2.8 Relação entre o "preço unitário" e o "preço médio unitário"

Podemos aplicar o mesmo raciocínio aplicado em terrenos com frente única em terrenos com frentes múltiplas na relação entre o "preço unitário" de pesquisa (q_1) referente à "testada de referência" (a_1) e o "preço médio unitário" (q_m) obtido por cálculo.

Assim sendo, designando por ΣK, o somatório dos "fatores intrínsecos de valorização" que interferem no valor final do terreno avaliando, teremos:

a) Para terrenos com "profundidade equivalente" igual ao "fundo-padrão" da zona:

$$Vt = \Sigma K \,.\, (q_1 \times S) = q_m \times S$$

Donde:

$$q_m = \Sigma K \times q_1 \qquad (\text{para } f_1 = N)$$

b) Para terrenos com "profundidade equivalente" maior do que o "fundo-padrão" da zona:

$$Vt = \Sigma K \,.\, (q_1 \times S \times \sqrt{\frac{N}{f_1}}) = q_m \times S$$

Donde:

$$q_m = \Sigma K \,.\, (q_1 \times \sqrt{\frac{N}{f_1}}) \qquad (\text{para } N < f_1 < 2\,N)$$

c) Para terrenos com "profundidade equivalente" menor do que o "fundo-padrão" da zona:

$$Vt = \Sigma K . (K_v \times q_1 \times S \times \sqrt{\frac{f_1}{N}} = q_m \times S$$

Donde:

$$q_m = \Sigma K . (K_v \times q_1 \times \sqrt{\frac{f_1}{N}}) \qquad (\text{para } N/2 < f_1 < N)$$

d) Para terrenos com "profundidade equivalente" menor do que a metade do "fundo-padrão" da zona:

$$Vt = \Sigma K (0{,}7071 \times Kv \times q_1 \times S) = q_m \times S$$

Donde:

$$q_m = \Sigma K . (0{,}7071 \times Kv \times q_1) \qquad (\text{para } f_1 < N/2)$$

e) Para terrenos com "profundidade equivalente" maior do que o dobro do "fundo-padrão" da zona:

$$Vt = \Sigma K (0{,}7071 \times q_1 \times S) = q_m \times S$$

Donde:

$$q_m = \Sigma K . (0{,}7071 \times q_1) \qquad (\text{para } f_1 > 2N)$$

6 FÓRMULAS DE AVALIAÇÃO DE HARPER-BERRINI

As fórmulas citadas permitem o cálculo do "preço médio unitário" de terrenos com frentes múltiplas em função do preço unitário máximo (q_1) do pólo de influência e dos fatores de valorização (K) próprios do terreno avaliando.

7 FATORES DE VALORIZAÇÃO

7.1 INTRODUÇÃO

Vimos no primeiro capítulo que o valor de um terreno urbano pode ser calculado por fórmula matemática acrescida de coeficientes de valorização e/ou desvalorização conhecidos por "fatores de valorização".

Vimos, também, que esses fatores podem ser extrínsecos (quando oriundos de agentes externos) e intrínsecos (quando relacionados com características físicas do terreno).

Os "fatores extrínsecos de valorização" são os responsáveis pela formação do "preço unitário" do "lote padrão" da zona. O "preço unitário" é obtido pela pesquisa e é parte integrante de todas as fórmulas de avaliação.

Por sua vez, os "fatores intrínsecos de valorização" são acrescidos à fórmula de avaliação própria, de onde sairão o valor e o "preço médio unitário" do terreno avaliando.

Neste capítulo serão abordadas as principais características físicas que afetam o valor de um terreno urbano, bem como a sua determinação.

7.2 FATOR TESTADA

Já vimos que a medida da testada de um terreno desempenha papel relevante no valor do imóvel.

Esse fato é mais flagrante nas zonas comerciais centrais onde se impõe o aproveitamento eficiente dos terrenos ante o alto preço do metro quadrado.

Abaixo de certa medida da testada, o terreno perde parte de seu valor porque o lote, isoladamente, se torna inaproveitável. Quando é atingido o limite, o terreno só terá valor se incorporado a terreno(s) vizinho(s).

Inversamente, à medida que aumenta a testada, o terreno aumenta de valor, porque a parte edificável continua ampla mesmo depois de descontados os recuos obrigatórios.

A valorização de terrenos urbanos em relação à testada é calculada por fórmula matemática que é função da "testada referencial" da zona, definida pelo Plano diretor da municipalidade.

Esse coeficiente, acrescido à fórmula de Harper-Berrini própria para o terreno, é chamado "fator testada" e seu valor é definido pela fórmula:

$$Kt = \sqrt[4]{\frac{a}{r}} = \left(\frac{a}{r}\right)^{0.25} \qquad \text{(para } r/2 < a < 2r\text{)} \qquad (20)$$

Em que:

Kt = "fator testada";

a = testada do terreno;

r = "testada referencial" da zona instituída pelo Plano diretor.

Por convenção, o "fator testada" é aplicável dentro dos limites r/2 < a < 2r.

Assim sendo, podemos elaborar uma tabela que nos fornece os valores do "fator testada" dentro dos limites do convênio:

a/r	Kt	Redução ou aumento de Vt
0,50	0,8409	-15,91%
0,60	0,8801	-11,99%
0,70	0,9147	-8,53%
0,80	0,9457	-5,43%
0,90	0,9740	-2,60%
1,00	1	0%
1,10	1,0241	+2,41%
1,20	1,0466	+4,66%
1,30	1,0678	+6,78%
1,40	1,0878	+8,78%
1,50	1,1067	10,67%
1,60	1,1247	12,47%
1,70	1,1419	+14,19%
1,80	1,1583	+15,83%
1,90	1,1741	+17,41%
2,00	1,1892	+18,92%

Conforme podemos observar, quando a testada for igual à metade da "testada referencial" da zona (limite inferior), o terreno sofre uma desvalorização de 15,91%; quando a testada for igual à "testada referencial", o "fator testada" não tem influência na valorização; e quando a testada for igual ao dobro da "testada referencial" da zona (limite superior), o terreno será valorizado em 18,92%.

7.3 FATOR TESTADA EQUIVALENTE

Em terrenos com frentes múltiplas, o "fator testada" é substituído pelo "fator testada equivalente", obtido cumulativamente em função da "testada equivalente" (A), que é função da "testada de referência" (a_1) e esta está relacionada com a "testada referencial" (r), ou seja:

$$Kt = \sqrt[4]{\frac{A}{a_1}} \times \sqrt[4]{\frac{a_1}{r}}$$

Simplificando, teremos:

$$Kt = \sqrt[4]{\frac{A}{r}} = \left(\frac{A}{r}\right)^{0,25} \quad \text{(para } r/2 < A < 2r\text{)} \qquad (21)$$

Em que:

Kt = "fator testada equivalente";

A = "testada equivalente";

r = "testada referencial" na zona.

A fórmula (21) é aplicável em terrenos com qualquer número de testadas. Mas, a exemplo dos terrenos com frente única, o "fator testada equivalente" também só é aplicável dentro dos limites $r/2 < A < 2\,r$, fora dos quais os valores fogem das cotações admissíveis de valor de mercado.

7.4 FATOR APROVEITAMENTO

Sabe-se que os limites de ocupação de terrenos urbanos pelas edificações são determinados pelo Plano diretor instituído pelas Prefeituras mediante a aplicação simultânea do "Índice de aproveitamento", da "Taxa de ocupação", da "Altura máxima da edificação" e do "Número mínimo de vagas para estacionamento de veículos".

Dessas variáveis, apenas a "Taxa de ocupação" exige atenção especial no cálculo do valor de um terreno, porque as demais são comuns a todos os terrenos da zona, para os quais vigora o mesmo "preço unitário", e este, por sua vez, é parte integrante de todas as fórmulas de avaliação.

Já a "Taxa de ocupação", embora conste de forma clara no Plano diretor, nem sempre pode ser aplicada integralmente, porque o limite de ocupação do terreno pela edificação depende, também, dos recuos obrigatórios.

Assim sendo, todo terreno urbano está sujeito a duas taxas de ocupação: uma extrínseca, comum a todos os terrenos da zona, e outra intrínseca, oriunda das dimensões do terreno avaliando.

O quociente entre a taxa de ocupação do terreno e a taxa de ocupação da zona gera um coeficiente de desvalorização que vai de 1,00 a 0,00 e que podemos chamar de "fator aproveitamento".

Para defini-lo, partimos das definições das grandezas envolvidas:

T.O. (Taxa de ocupação da zona): É o limite do quociente entre a área da projeção horizontal da edificação pela área efetiva do terreno, estabelecida pelo Plano diretor em porcentagem;

t.o. (Taxa de ocupação do terreno): É o limite do quociente entre a área da projeção horizontal da edificação resultante dos recuos obrigatórios e a área efetiva do terreno, que também pode ser expressa em porcentagem.

Pela análise dessas duas variáveis, é fácil de se concluir que a valorização do terreno avaliando será tanto maior quanto mais a **t.o.** se aproximar da **T.O.** Quando as duas taxas forem iguais, estaremos diante de um lote suscetível de aproveitamento máximo e, portanto, de valorização máxima, o que podemos exprimir pela expressão:

$$\frac{t.o.}{T.O.} = 1{,}00 \text{ (Lote paradigma)}$$

Inversamente, a desvalorização do terreno avaliando será tanto maior quanto mais a **t.o.** se afastar da **T.O.**, e, no limite inferior, teremos:

$$\frac{t.o.}{T.O.} = 0{,}00 \text{ (Lote inaproveitável)}$$

Assim sendo e considerando que a "taxa de ocupação do terreno" nunca poderá ser maior do que a "taxa de ocupação da zona", obtemos a fórmula do "fator aproveitamento":

$$Ka = \frac{t.o}{T.O.} \quad \text{(sendo } 0 < Ka < 1\text{)} \qquad (22)$$

Em que:

Ka = "fator aproveitamento";

t.o = "taxa de ocupação do terreno";

T.O. = "taxa de ocupação na zona".

Exemplo:

Determinar o "fator aproveitamento" de um terreno com área efetiva de 450 m², situado em zona comercial central onde a taxa de ocupação (T.O.) definida pelo Plano diretor é de 75% e onde os recuos obrigatórios são:

de frente: 4 m;

laterais: 2 m;

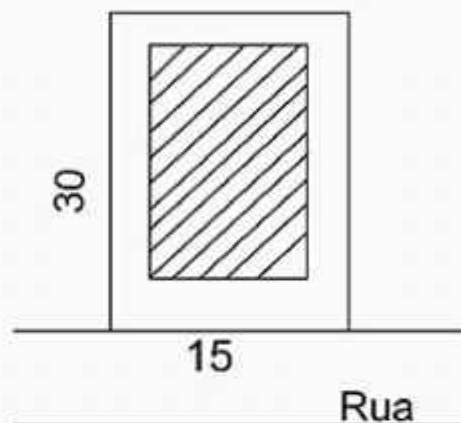
de fundos: 2 m.

Solução:

T.O. = 75 % = 0,75

t.o. = 11 x 24/15 x 30 = 0,5867

Donde:

Ka = 0,5867/0,75 = 0,7822

Conclusão: Devido à área do terreno avaliando, aliada ao seu formato, seu valor sofreu uma desvalorização de 21,78%.

Se o terreno medisse 25 m x 50 m, teríamos:

T.O. = 0,75

t.o. = 21 x 44/25 x 50 = 924/1250 = 0,7392

E

Ka = 0,7392/0,75 = 0,9856

7.5 FATOR ESQUINA

Já foi comentado no item 3.3.3 que a esquina valoriza o terreno e que essa valorização é caracterizada por um coeficiente que é acrescido às fórmulas de Harper-Berrini.

Conhecido por "fator esquina" (Ke), seu valor é discutível, variando de autor para autor, mas é considerado em todas as avaliações para que o resultado dos cálculos não entre em choque com o valor de mercado.

Existem diversos métodos e tabelas de cálculo dos coeficientes de valorização de terrenos em função do número de esquinas.

No entanto, em zonas eminentemente residenciais, convém limitar o "fator esquina" em 10% ($Ke \leq 10\%$) devido a problemas com duplo recuo, poluição sonora, etc.

Já em zonas de comércio, ocorre o inverso: quanto maior for o número de testadas, maior será o valor do terreno.

Segundo o eng. Sérgio Antonio Abunahman, em seu livro *Curso Básico de Engenharia Legal e de Avaliações*, o "fator esquina" em zonas centrais de edifícios comerciais e de apartamentos pode ser calculado pela fórmula:

$$Ke = \frac{(Z+20) x\, a_1\; x\, q_1 + a_2\; x\, q_2 + ... + a_n\; x\, q_n}{20\; x\, a_1\; x\, q_1}$$

Em que:

Ke = "fator esquina" para terrenos com <u>n</u> frentes;

a_1 = "testada de referência";

q_1 = "preço unitário máximo" do pólo de influência;

Z = coeficiente zonal, assim definido:

Z = 1,0 para zonas comerciais e de apartamentos de padrão baixo;

Z = 2,0 para zonas comerciais e de apartamentos de padrão médio;

Z = 3,0 para zonas comerciais e de apartamentos de padrão alto.

Na prática, adotam-se os seguintes valores-limite:

Ke = 1,25 para terrenos de esquina(s) em zona comercial (ZC), aplicável até o quadrado do "fundo-padrão" local, por esquina;

Ke = 1,10 para terrenos de esquina(s) em zona residencial (ZR), aplicável até a área equivalente à do "lote-padrão" local, por esquina.

Em zona mista isenta de "testada referencial", pode-se tomar como limite a média aritmética de ZC e ZR, ou seja:

Ke = 1,17 para terrenos de esquina(s) em zona mista, aplicável até o quadrado do "fundo-padrão" local, por esquina, se há predomínio de comércio; ou aplicável até a área equivalente à do "lote-padrão" local, por esquina, se há predomínio de residências.

O "fator esquina" só é adotado em terrenos com frentes múltiplas onde não existe a "testada referencial" instituída pela Prefeitura.

Havendo "testada referencial", o "fator esquina" dá lugar ao chamado "fator testada equivalente", já definido no item 7.3.

7.6 FATOR INCLINAÇÃO

O gráfico a seguir, que toma como paradigma o terreno plano, horizontal e no nível da rua, dá os valores do "fator inclinação" em função do **ACLIVE** ou **DECLIVE**.

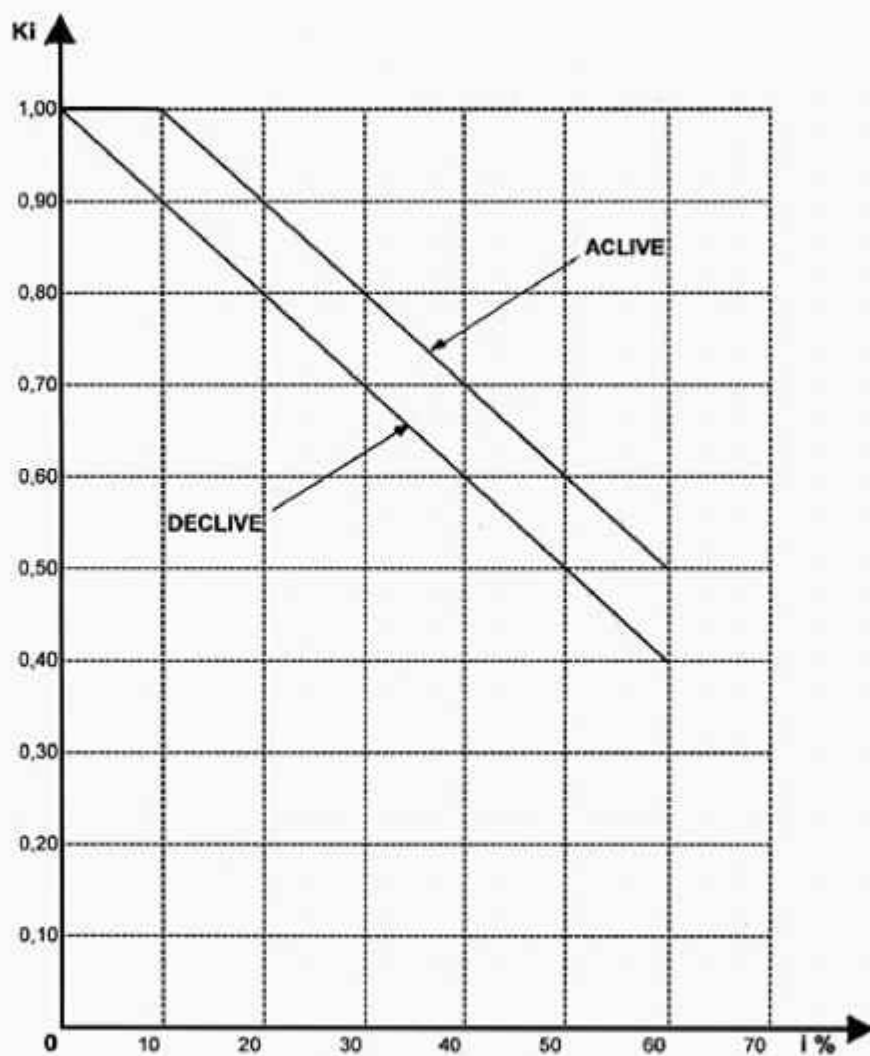



GRÁFICO DE Ki

(Fator inclinação: desvalorização por aclive e por declive)

Exemplo:

Terreno com aclive de 30%: Ki = 0,80

Terreno com declive de 30%: Ki = 0,70

7.7 FATOR SALUBRIDADE

O quadro abaixo, que toma como paradigma o terreno seco, fornece o "fator salubridade" em função da umidade.

Valorização pela Salubridade	Ks
Terreno seco	1,00
Terreno úmido	0,80
Terreno alagadiço	0,70
Terreno brejoso	0,60
Terreno inundável	0,50
Terreno alagado	0,40

8 APLICAÇÃO DOS FATORES DE VALORIZAÇÃO

Vimos que as fórmulas de avaliação derivadas da fórmula básica de Harper-Berrini devem ser acrescidas de coeficiente(s) de valorização ou desvalorização, chamados "fatores de valorização", próprios das características físicas de cada terreno, quais sejam:

Ka = fator aproveitamento;

Ke = fator esquina;

Ki = fator inclinação;

Ks = fator salubridade;

Kt = fator testada.

Além desses cinco fatores principais, tem ainda o "fator vantagem" (Kv), um coeficiente de valorização que está integrado nas fórmulas de avaliação de terrenos com frentes múltiplas e "profundidade equivalente" inferior ao "fundo-padrão" da zona.

A pergunta é: Como devem ser aplicados os "fatores de valorização"?

Segundo o eng. Dr. José Fiker, em seu *Manual de Avaliações e Perícias em Imóveis Urbanos*, a utilização dos fatores deve ser na forma de somatório (item 3.5.2 do Livro).

Nessas condições, para um terreno no qual incidem, por exemplo, os cinco fatores anteriormente descritos, teremos:

$$\sum K = 1 + [(Ka - 1) + (Ke - 1) + (Ki - 1) + (Ks - 1) + (Kt - 1)]$$

Donde:

$$\sum K = Ka + Ke + Ki + Ks + Kt - (5-1)$$

Ou, sob a forma genérica:

$$\sum K = \text{Soma dos } \underline{n} \text{ fatores} - (n - 1)$$

Exemplo:

Determinar a homogeneização dos "fatores de valorização" de um terreno para o qual Ke = 1,10 e Ks = 0,80.

Solução:

$\sum K = 1,10 + 0,80 - (2\text{-}1) = 0,90$

Observações:

a - Se adotássemos o produto dos fatores intervenientes, teríamos:

$\sum K = 1,10 \times 0,80 = 0,88 \; (\neq 0,90)$

E, se adotássemos a média aritmética, o resultado daria:

$$\sum K = \frac{1,10 + 0,80}{2} = 0,95 \; (\neq 0,90)$$

b - Conforme já foi dito, o "fator vantagem" (Kv) – próprio de terrenos com frentes múltiplas cuja "profundidade equivalente" é menor do que o "fundo-padrão" local ($f_1 < N$) – não é incluso no somatório dos "fatores de valorização",($\sum K$) porque é parte integrante das fórmulas específicas.

9 DETERMINAÇÃO DO PREÇO UNITÁRIO

9.1 INTRODUÇÃO

Já vimos que todos os modelos matemáticos utilizados na avaliação de terrenos urbanos baseiam-se no "preço unitário" referido ao "fundo-padrão" local do "lote-padrão", tomado como paradigma.

Quando o "preço unitário" da zona em que está localizado o terreno avaliando não é conhecido, é preciso apurá-lo pela pesquisa.

Essa pesquisa pode ser feita pelo Método comparativo direto, colhendo uma amostra com o maior número possível de elementos da zona e com atributos semelhantes aos do terreno avaliando.

A quantidade de elementos amostrais é fundamental na determinação do "preço unitário", já que ele é calculado a partir da média aritmética dos resultados homogeneizados.

Como a média aritmética não elimina eventuais valores discrepantes da amostra, é preciso fazer uma análise individual dos elementos.

Dessa análise resulta a chamada "média saneada", obtida com a exclusão de valores acima e abaixo de um determinado limite da média aritmética.

9.2 MÉDIA SANEADA POR LIMITES DE CONFIANÇA

O procedimento mais simples de se obter a "média saneada" de valores homogeneizados é adotar limites de confiança de 20% ou 30% em torno da média aritmética, a critério do avaliador, com base em sua experiência. Mas a NBR 14653-2, em seu Anexo B, determina que, após a homogeneização, devem ser utilizados critérios estatísticos consagrados na eliminação de dados discrepantes para saneamento da amostra.

9.3 CRITÉRIO DE CHAUVENET

Para a eliminação de dados discrepantes, o CRITÉRIO DE CHAUVENET é um dos mais utilizados. A análise individual dos elementos é feita segundo o roteiro a seguir:

1º – Calcula-se a Média Aritmética ($\overline{X}$), obtida pela soma dos resultados homogeneizados (Xi), dividida pela quantidade de elementos:

$$\overline{X} = \frac{\sum Xi}{n}$$

2º – Calcula-se o Desvio Padrão (S) pela fórmula: $S = \sqrt{\frac{\sum (Xi - \overline{X})^2}{n-1}}$

3º – Calcula-se a razão entre o Desvio Máximo da Média (Xs - $\overline{X}$) e o Desvio Padrão (S) pela fórmula:

ρm = $\frac{(Xs - \overline{X})}{S}$,

em que Xs é o valor mais distante (para mais ou para menos) da Média.

4º – Compara-se o ρm calculado com o ρ crítico, obtido da tabela de Chauvenet, a seguir:

n	ρ_{crit}	n	ρ crit.
5	1,65	20	2,24
6	1,73	22	2,28
7	1,80	24	2,31
8	1,86	26	2,35
9	1,92	30	2,39
10	1,96	40	2,50
12	2,03	50	2,58
14	2,10	100	2,80
16	2,16	200	3,02
18	2,20	500	3,29

TABELA DE CHAUVENET

9 DETERMINAÇÃO DO PREÇO UNITÁRIO

Se ρ m $\leq$ ρ crit. $\rightarrow$ não há dado discrepante na amostra;

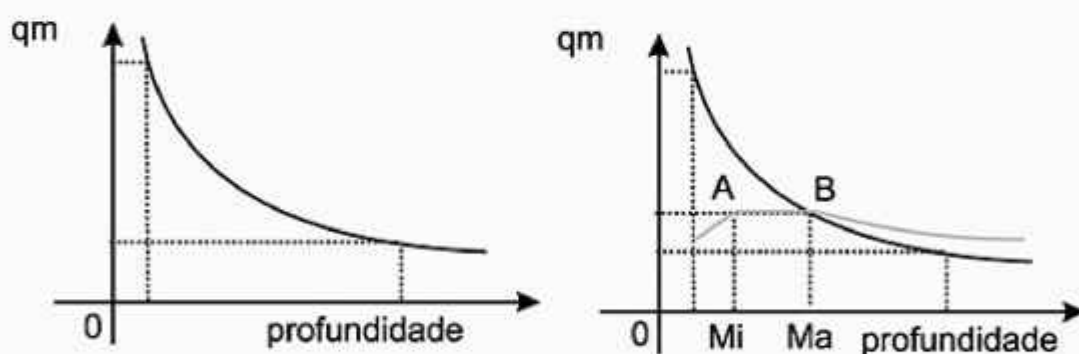
Se ρ m $\geq$ ρ crit. $\rightarrow$ elimina-se o dado discrepante e repete-se a operação com os elementos restantes. Essa operação deverá ser repetida tantas vezes quantas forem necessárias até se obter ρm $\leq$ ρ crit.

10.1 INTRODUÇÃO

Vimos no item 6.1.2 que a interpretação gráfica da hipótese de Harper leva a duas conclusões inaceitáveis no mercado imobiliário: quando a profundidade do lote tende a zero, o "preço médio unitário" tende ao infinito; inversamente, quando a profundidade for muito grande, o "preço médio unitário" tende a zero.

Para corrigir essas aberrações, vimos, também, os artifícios criados, limitando as fronteiras de aplicação da fórmula básica de Harper-Berrini, mas mantendo sempre como paradigma o "fundo-padrão" (N).

Vamos agora mostrar outro caminho que foi adotado pelo Ibape/SP (Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias do Estado de São Paulo) e que, no futuro, tende a ser o modelo adotado por todos os institutos regionais do País.

Visando corrigir as aberrações que se verificam nos extremos da curva de Harper, os eng. Rocha Medeiros, Enio Azambuja e Nélson Pereira Alonso introduziram alterações no gráfico, admitindo que, entre uma profundidade mínima (A) e outra máxima (B), o "preço médio unitário" permanece constante; abaixo e acima dessas duas profundidades (A e B), o "preço médio unitário" sofre desvalorização.

Com base nessa teoria, o Ibape/SP criou as chamadas ZONAS DE NORMA (ZN), em que estão definidos os limites (A) e (B), por região. Se a "profundidade equivalente" (f) do terreno avaliando estiver dentro desses limites, seu valor (omitindo os fatores de valorização) será calculado pela fórmula:

Vt = q x S (para Mi < f < Ma)

Em que:

Vt = valor do terreno avaliando;

q = "preço unitário", por m², vigente na Zona de Norma;

S = área efetiva do terreno;

Mi = profundidade mínima para a Zona de Norma;

Ma = profundidade máxima para a Zona de Norma.

Exemplo:

Calcular o valor e o preço médio unitário do terreno abaixo com as seguintes características:

Terreno retangular, plano e horizontal, no nível da rua, solo firme e seco, em meio de quadra, situado na 8ª Zona (Comércio ou Serviços de Padrão Médio), em que os limites da profundidade equivalente são 20 m e 40 m, a testada referencial é de 10 m e o preço unitário é de R$ 1.500,00/m².

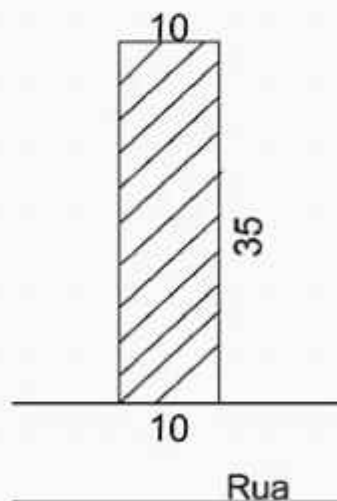
Solução:

a – Profundidade equivalente:

$$f = \frac{S}{ap} = \frac{350}{10} = 35{,}00 \text{ m}$$

b – Valor do terreno:

Como Mi < f < Ma, devemos adotar a fórmula:

$Vt = \Sigma K \times q \times S$

Fator testada:

$$Kt = \left(\frac{a}{r}\right)^{0,25} = \left(\frac{10}{10}\right)^{0,25} = 1,0000$$

Donde:

Vt = 1,00 x 1.500 x 350 = R$ 525.000,00

c – Preço médio unitário

$$q_m = \frac{Vt}{S} = \frac{525.000}{350} = \text{R\$ } 1.500,00/m^2$$

Agora, se a profundidade equivalente (f) estiver fora desses limites (A-B), o "preço médio unitário" do terreno ficará abaixo do "preço unitário" vigente na zona (para $\sum K = 1,00$).

A seguir, serão apresentadas as fórmulas desenvolvidas pelo Ibape/SP, com as respectivas limitações adotadas.

10.2 TERRENOS COM FRENTE ÚNICA

a – Para terrenos com "profundidade equivalente" dentro dos limites mínimo (Mi) e máximo (Ma) estabelecidos para a Zona de Norma, adota-se a fórmula:

$$Vt = q \times S \quad (\text{para } Mi \leq f \leq Ma) \qquad (23)$$

b – Para terrenos com "profundidade equivalente" inferior à mínima (Mi), adota-se a fórmula:

$$Vt = q \times S \left(\frac{f}{Mi}\right)^{\frac{1}{2}} \quad \text{(para } Mi/2 \leq f \leq Mi\text{)} \qquad (24)$$

c – Para terrenos com "profundidade equivalente" acima da máxima (Ma), adota-se a fórmula:

$$Vt = q \times S \, . \left[\frac{Ma}{f} + \left(1 - \frac{Ma}{f}\right)\left(\frac{Ma}{f}\right)^{n}\right] \quad \text{(para } Ma < f < 3.Ma\text{)}$$

(25)

Observações:

1- O expoente de influência da profundidade (n) deve ser estabelecido para cada Região ou Zona com base em análise estatística e deve ser referendado pelo Ibape regional;

2- Onde o Ibape ainda não estabeleceu as planilhas para a homogeneização dos fatores de ajustes, ou onde houver dificuldade de elaborar um estudo de aproveitamento eficiente por falta de legislação pertinente, adota-se n = 1/2;

3- Os terrenos de pequenas ou grandes dimensões ou ainda os de formato extravagante devem ser avaliados pela análise dos "fatores de valorização" com vistas ao aproveitamento eficiente;

4- Para terrenos com "profundidade equivalente" acima do triplo do valor máximo (3Ma), deverá ser mantido o "preço médio unitário" obtido com esse limite;

5- Para terrenos com "profundidade equivalente" abaixo da metade do valor mínimo (Mi/2), deverá ser mantido o "preço médio unitário" obtido com esse limite;

6- Com base nos itens 2, 4 e 5 e nas fórmulas 24 e 25, teremos os seguintes limites:

d – Para terrenos com "profundidade equivalente" abaixo da metade do valor mínimo (Mi):

$$Vt = q \times S \left(\frac{Mi/2}{Mi}\right)^{0,5}$$

ou

$$Vt = q \times S \left(\frac{1}{2}\right)^{0,5}$$

$$Vt = 0{,}7071 \times q \times S \qquad (\text{para } f \leq \frac{Mi}{2}) \qquad (26)$$

e – Para terrenos com "profundidade equivalente" acima do triplo do valor máximo (Ma):

$$Vt = q \times S \left[\frac{Ma}{3.Ma} + \left(1 - \frac{Ma}{3.Ma}\right)\left(\frac{Ma}{3.Ma}\right)^{0,5}\right]$$

ou:

$$Vt = q \times S \left[\frac{1}{3} + \left(1 - \frac{1}{3}\right)\left(\frac{1}{3}\right)^{0,5}\right]$$

ou

$$Vt = q \times S \left[\frac{1}{3} + \frac{2}{3} x \left(\frac{1}{3}\right)^{0,5}\right]$$

$$Vt = 0{,}7182 \times q \times S \qquad (\text{para } f \geq 3\ Ma;\ n = 0{,}5) \qquad (27)$$

10.3 TERRENOS COM FRENTES MÚLTIPLAS

Para diferenciarmos as fórmulas referentes a terrenos de meio de quadra com frente única das fórmulas de terrenos com frentes múltiplas, basta substituir os símbolos **q** por q_1, **f** por f_1 e **a** por **A** nas fórmulas do item anterior, tal como nas fórmulas de Harper-Berrini.

Assim sendo, podemos escrever:

a – Para terrenos com "profundidade equivalente" dentro dos limites mínimo (Mi) e máximo (Ma) estabelecidos para a Zona de Norma do Ibape, adota-se a fórmula:

$$Vt = q_1 \times S \qquad (\text{para } Mi \leq f_1 \leq Ma) \qquad (28)$$

b – Para terrenos com "profundidade equivalente" abaixo da mínima (Mi), adota-se a fórmula:

$$Vt = q_1 \times S \left(\frac{f_1}{Mi}\right)^{0.5} \qquad (\text{para } Mi/2 \leq f_1 \leq Mi) \qquad (29)$$

c – Para terrenos com "profundidade equivalente" acima da máxima (Ma), adota-se a fórmula:

$$Vt = q_1 \times S \,.\, \left[\frac{Ma}{f_1} + \left(1 - \frac{Ma}{f_1}\right)\left(\frac{Ma}{f_1}\right)^{n}\right] \qquad (\text{para } Ma < f_1 < 3.Ma) \qquad (30)$$

d – Para terrenos com "profundidade equivalente" abaixo da metade do valor mínimo (Mi), adota-se a fórmula:

$$Vt = 0{,}7071 \times q_1 \times S \qquad (\text{para } f_1 \leq \frac{Mi}{2}) \qquad (31)$$

e – Para terrenos com "profundidade equivalente" acima do triplo do valor máximo (Ma), adota-se a fórmula:

$$Vt = 0{,}7182 \times q_1 \times S \qquad (\text{para } f_1 \geq 3.Ma;\ n = 0{,}5) \qquad (32)$$

11 COMPARAÇÃO DAS FÓRMULAS DE HARPER-BERRINI X IBAPE/SP

Apresentamos a seguir um paralelo entre as fórmulas que dão o valor de um terreno urbano pelos métodos de Harper-Berrini e do Ibape/SP:

Terrenos de meio de quadra com frente única

a – Para os limites inferiores:

$Vt\ (9) = 0{,}7071 \times q \times S$ (para $f \leq N/2$)

$Vt\ (26) = 0{,}7071 \times q \times S$ (para $f \leq Mi/2$)

b – Para a profundidade equivalente igual ao "fundo-padrão" (N) ou dentro dos limites mínimo (Mi) e máximo (Ma):

$Vt_{(7)} = Vt_{(8)} = q \times S$ (para $f = N$)

$Vt_{(23)} = q \times S$ (para $Mi \leq f \leq Ma$)

c – Para a profundidade equivalente maior do que o "fundo-padrão" (N) ou maior que o limite máximo (Ma):

$$Vt_{(7)} = q \times S \times \sqrt{\frac{N}{f}} \quad \text{(para } N \leq f \leq 2N\text{)}$$

$$Vt_{(25)} = q \times S \,.\, \left[\frac{Ma}{f} + \left(1 - \frac{Ma}{f}\right) \left(\frac{Ma}{f}\right)^{1/2} \right] \quad \text{(para } Ma \leq f \leq 3.Ma;\ n=1/2\text{)}$$

d – Para os limites superiores:

$Vt_{(9)} = 0{,}7071 \times q \times S$ (para $f \geq 2N$)

$Vt_{(27)} = 0{,}7182 \times q \times S$ (para $f \geq 3.Ma;\ n=0{,}5$)

Terrenos com frentes múltiplas

a – Para os limites inferiores:

$Vt_{(19)} = 0{,}7071 \times Kv \times q_1 \times S$ (para $f_1 \leq N/2$)

$Vt_{(31)} = 0{,}7071 \times q_1 \times S$ (para $f_1 \leq Mi/2$)

b – Para a profundidade equivalente $N/2 < f_1 < N$; ou $Mi/2 < f_1 < Mi$:

$$Vt_{(18)} = Kv \times q_1 \times S \times \sqrt{\frac{f_1}{N}} \quad \text{(para } N/2 < f_1 < N\text{)}$$

$$Vt_{(29)} = q_1 \times S \times \sqrt{\frac{f_1}{Mi}} \quad \text{(para } Mi/2 < f_1 < Mi\text{)}$$

c – Para a profundidade equivalente igual ao "fundo-padrão" ($f_1 = N$) ou dentro dos limites mínimo (Mi) e máximo (Ma):

$Vt_{(14)} = q_1 \times S$ (para $f_1 = N$)

$Vt_{(28)} = q_1 \times S$ (para $Mi \leq f_1 \leq Ma$)

d – Para a profundidade equivalente maior do que o "fundo-padrão" (N) ou maior que o limite máximo (Ma):

$$Vt_{(14)} = q_1 \times S \times \sqrt{\frac{N}{f_1}} \quad \text{(para } N \leq f_1 \leq 2N\text{)}$$

$$Vt_{(30)} = q_1 \times S \,.\, \left[\frac{Ma}{f_1} + \left(1 - \frac{Ma}{f_1}\right)\left(\frac{Ma}{f_1}\right)^{1/2}\right] \quad \text{(para } Ma \leq f_1 \leq 3.Ma;\ n=1/2\text{)}$$

e – Para os limites superiores:

$Vt_{(16)} = 0{,}7071 \times q_1 \times S$ (para $f_1 \geq 2N$)

$Vt_{(32)} = 0{,}7182 \times q_1 \times S$ (para $f_1 \geq 3.Ma$; $n = 1/2$)

12 AVALIAÇÃO DE GLEBAS URBANIZÁVEIS

12.1 INTRODUÇÃO

Gleba urbanizável é uma área urbana de grande extensão, para a qual o aproveitamento eficiente se dá pela sua subdivisão em lotes devidamente urbanizados.

Normalmente, adota-se o Método involutivo na avaliação de glebas urbanizáveis, pois a avaliação por comparação com outras semelhantes na região é difícil devido às grandes dimensões das áreas envolvidas.

Na avaliação de uma gleba bruta pelo Método involutivo, o avaliador deve seguir o seguinte roteiro:

a - Tomar conhecimento do "preço unitário" do "lote-padrão" vigente na região;

b - Obter o levantamento topográfico da gleba avalianda;

c - Vistoriar a gleba avalianda, anotando as suas características físicas;

d - Vistoriar as benfeitorias urbanas existentes nas imediações;

e - Com base nos dados colhidos, calcular o valor da gleba bruta e demais incógnitas pelas fórmulas próprias.

12.2 PESQUISA DO PREÇO UNITÁRIO

O "preço unitário" referido ao "fundo-padrão" da zona, quando não é conhecido, deve ser definido pelo avaliador através da coleta de dados amostrais da região.

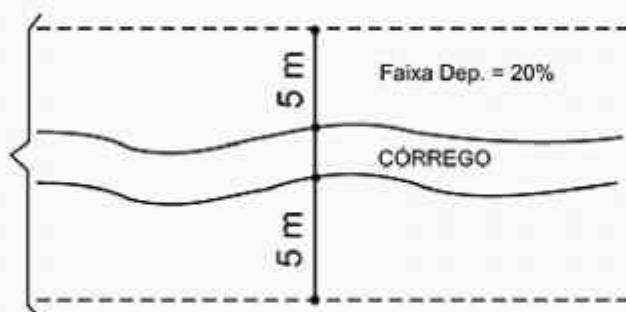
Nessa pesquisa, deverão ser anotados os valores e as características físicas de cada amostra, grandezas essas que, após a homogeneização, fornecerão o "preço unitário" do lote paradigma da região.

12.3 LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

O levantamento topográfico da gleba avalianda (planimetria e altimetria) é fundamental, já que tem dupla função: inicialmente fornece ao avaliador os dados necessários para o cálculo dos fatores intrínsecos de valorização; depois, torna-se instrumento imprescindível para a elaboração do projeto de urbanização.

12.4 VISTORIA DA GLEBA

De posse do levantamento topográfico, o avaliador precisa "sentir" a área a avaliar, vistoriando cuidadosamente as características físicas da gleba avalianda com vistas à interpretação correta de dados relevantes (inclinação, formato, geologia, salubridade, presença de mananciais hídricos, etc.)

Com relação aos mananciais hídricos, deve ser observado o disposto na legislação dos poderes públicos competentes. Para terrenos contíguos a córregos, é estabelecida uma depreciação de 20% na faixa que abrange a largura do leito, mais 5 m de cada lado das margens, ou seja:

12.5 VISTORIA DAS IMEDIAÇÕES

O avaliador deve, também, vistoriar a infra-estrutura urbana das imediações da gleba avalianda (qualidade dos acessos, redes públicas de energia elétrica, de água, de esgotos, padrão das edificações, presença de favelas, de presídios, de cemitérios, de poluição ambiental, etc).

Também, aqui, a interpretação correta da importância dos dados pesquisados depende da habilidade do avaliador e, por conseguinte, da confiabilidade do resultado final da avaliação.

Com relação à qualidade dos acessos, é bom salientar que as áreas da gleba bruta, beneficiadas com ruas já existentes, deverão ser excluídas dos cálculos de avaliação e incluídas no valor final como áreas loteadas.

E, com relação às condições de acessibilidade, deve ser considerado um fator extrínseco de valorização conhecido por "fator acessibilidade", fator este que toma

como paradigma o terreno de acesso difícil e desprovido de condução próxima, conforme quadro abaixo:

FATOR ACESSIBILIDADE	Kc
Sem condução	1,00
Condução próxima	1,02
Condução direta	1,05

12.6 FÓRMULAS DE AVALIAÇÃO

Para determinar as fórmulas de avaliação de glebas brutas pelo Método involutivo, parte-se do conceito de que o melhor aproveitamento econômico da gleba bruta será obtido com o seu parcelamento em lotes.

Por sua vez, o valor de venda dos lotes implica despesas de compra da gleba, de impostos, de obras de infra-estrutura e lucro do empreendedor.

Com esse raciocínio, chegamos à fórmula elementar inicial:

$$V_L = V_G + Dc + Du + L \qquad (33)$$

Em que:

$\mathbf{V_L}$ = valor de venda dos lotes;

$\mathbf{V_G}$ = valor da gleba bruta;

Dc = despesas de compra (imposto de transmissão, escritura e registro);

Du = despesas de urbanização (ruas, redes de água e esgotos, energia elétrica, arborização, etc.);

L = lucro.

Para pequenas glebas, que dispensam a aplicação de matemática financeira, como juros, riscos, etc., adota-se:

$Dc = 1,5\ \% \times V_G = 0,015 \times V_G$

e

$L = 10\% \times V_L = 0,10\ V_L$

Nessas condições, a fórmula (33) ficará:

$V_L = V_G + 0,015 \times V_G + Du + 0,10 \times V_L$

Donde:

$V_L\ (1 - 0,10) = V_G\ (1 + 0,015) + Du$

E

$$V_G = \frac{0,90\ x\ VL - Du}{1,015}$$

Ou:

$$V_G = 0,8867 \times V_L - \frac{Du}{1,015}$$

Por outro lado, o valor de venda dos lotes (**V_L**) é função da área útil do loteamento (soma das áreas dos lotes) e do "preço médio unitário" que, por sua vez, depende das características físicas da gleba e do "preço unitário" da zona.

Admite-se que a área perdida nos loteamentos com a abertura de ruas e com áreas de uso institucional é da ordem de 35% (Lei nº 6.766/79, que dispõe sobre o uso e ocupação do solo urbano, bem como a Legislação Estadual e Municipal pertinente).

Assim sendo, designando por **S** a área efetiva da gleba, **Su** a área útil e admitindo que o somatório dos fatores de valorização (ΣK) seja igual a **1**, teremos:

$Su = 0,65 \times S$ e $V_L = q \times Su$

Donde:

$V_L = q \cdot (0,65 \times S) = 0,65 \times q \times S$

Substituindo $\mathbf{V_L}$ na fórmula já deduzida, vem:

$$V_G = 0,8867\ (0,65 \times q \times S) - \frac{Du}{1,015}$$

$$V_G = 0,5764 \times q \times S - \frac{Du}{1,015} \qquad (34)$$

Em que:

$\mathbf{V_G}$ = valor da gleba bruta;

0,5764 = coeficiente resultante de:

> **Dc** = 1,5% x V_G
>
> **L** = 10% x V_L
>
> **Su** = 65% x S;

q = "preço unitário" da zona, referido ao "fundo-padrão" e obtido pela pesquisa;

S = área efetiva da gleba;

Du = despesas de urbanização.

12.7 DESPESAS DE URBANIZAÇÃO

Quando as Despesas de urbanização (Du) não são conhecidas, elas podem ser determinadas com o auxílio da tabela do eng. João Ruy Canteiro, em que são definidos os **fatores de ponderação especiais** referentes a melhoramentos usuais nos loteamentos:

MELHORAMENTOS	%	c
Redes de água	15%	0,15
Redes de esgoto	10%	0,10
Luz pública	5%	0,05
Luz domiciliar	15%	0,15
Guias de sarjetas	10%	0,10
Pavimentação	30%	0,30
Telefone	5%	0,05
Canalização de gás	1%	0,01
Arborização	1%	0,01

TABELA DO ENG. JOÃO RUY CANTEIRO

Assim, adotando essa tabela, teremos, partindo da fórmula (34):

$$V_G = 0{,}5764 \times q \times S - \frac{Du}{1{,}015}$$

Fazendo:

$$\frac{Du}{1{,}015} = c\,(0{,}5764 \times q \times S)$$

Vem:

$V_G = 0{,}5764 \times q \times S - c\,(0{,}5764 \times q \times S)$

Donde:

$$V_G = (1 - c)\ 0{,}5764 \times q \times S \qquad (35)$$

E:

$Du = 1{,}015 \times c \times 0{,}5764 \times q \times S$

$$Du = 0{,}5850 \times c \times q \times S \qquad (36)$$

Onde:

V_G = valor da gleba bruta;

c = soma dos fatores de ponderação especiais adotados no loteamento;

q = "preço unitário" vigente na zona;

S = área efetiva da gleba;

Du = despesas de urbanização.

12.8 FATORES DE VALORIZAÇÃO

O autor do projeto deve sempre procurar enquadrar os lotes da gleba avalianda nas dimensões do "lote-padrão" da zona, já que esse é o modelo mais valorizado.

Vimos, no item (6.1.7) (relação entre "preço unitário" e "preço médio unitário"), que em terrenos com "profundidade equivalente" igual ao "fundo-padrão" da zona, temos:

$qm = \Sigma K \times q$

Em que:

qm = "preço médio unitário" do terreno obtido por cálculo;

ΣK = somatório dos "fatores de valorização";

q = "preço unitário" do "lote-padrão" da região obtido pela pesquisa.

Quando um terreno avaliando tem as características físicas do "lote-padrão", $\Sigma K = 1$ e, nessas condições, $qm = q$.

Como isso não acontece em glebas urbanizáveis, a fórmula (35) deve ser acrescida dos fatores de valorização próprios do imóvel avaliando.

Assim sendo, teremos:

$$V_G = \Sigma K \,.\, (1 - c)\ 0{,}5764 \times q \times S$$

Observação:

As fórmulas (35) e (36) constituem um modelo simplificado de avaliação de glebas urbanizáveis, mas a sua aplicação conduz a resultados bastante satisfatórios em se tratando de glebas de pequeno e médio portes.

Mais detalhes podem ser obtidos nos seguintes livros:

a – *Avaliações e Perícias em Imóveis Urbanos*, de autoria do eng. José Fiker,

da Editora Pini Ltda.;

b – *Engenharia de Avaliação*, de autoria do eng. Hélio de Caíres, do Ibape/SP;

c – *Engenharia de Avaliações*, de autoria do eng. Rubens Alves Dantas, da

Editora Pini Ltda.

13 AVALIAÇÃO DE TERRENOS POR ANÁLISE DE INVESTIMENTOS

13.1 INTRODUÇÃO

Vimos, no item 4 (Métodos de Avaliação), que o Método involutivo identifica o valor de um bem alicerçado no seu aproveitamento eficiente, tanto com relação às suas características quanto no que tange às condições de mercado da região.

No campo das avaliações de terrenos urbanos, o Método involutivo é conhecido por Método residual, que consiste em deduzir todos os valores que compõem um empreendimento hipotético suscetível de ser implantado no terreno avaliando com aproveitamento eficiente: o resíduo será o valor do terreno.

A aplicação do Método residual é recomendada quando o Método comparativo direto não é possível de ser adotado, devido à inexistência de elementos para compor uma amostra típica representativa da zona. Isso é comum ocorrer em avaliações de terrenos localizados em zonas centrais adensadas, com potencial de implantação de empreendimentos comerciais ou habitacionais multifamiliares.

O futuro desses terrenos, nus ou mal-aproveitados, será a sua comercialização, visando o seu aproveitamento eficiente com a implantação de empreendimentos típicos da zona.

Esses terrenos, altamente valorizados, dificilmente são adquiridos em espécie porque representam um custo inicial elevado, cujo retorno só ocorrerá após a conclusão do empreendimento.

Assim sendo, é comum se negociar esses terrenos, oferecendo em troca parte da área construída.

No trabalho a seguir, serão desenvolvidas as duas fórmulas básicas – "valor do terreno" e "percentual de permuta por área construída" – para a avaliação de terrenos por análise de investimentos, com base no diagrama de fluxo de caixa projetado ("Projeção de receitas, custos e despesas de um empreendimento ao longo do horizonte", segundo a NBR 14653-4).

Essas fórmulas foram desenvolvidas a partir do trabalho apresentado pelo eng. Dr. Gilson Pereira de Almeida Lima, em 2001, no XI Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias, realizado em Guarparí/ES.

13.2 FÓRMULA DO VALOR DO TERRENO

Para deduzir a fórmula básica de avaliação de terrenos por análise de investimentos, devemos seguir o seguinte roteiro:

1- Implantar, no terreno avaliando, um empreendimento hipotético compatível com a legislação vigente na zona, com aproveitamento eficiente e dentro das condições de mercado local;

2- Avaliar os custos de implantação desse empreendimento e as receitas de comercialização das unidades geradas, valores estes que permitirão a montagem do diagrama de fluxo de caixa;

3- Montar o diagrama, admitindo-se que as despesas mensais sejam constantes, isto é, obedeçam a uma série finita, periódica e com termos postecipados. A matemática financeira dá o valor presente (PV) dessas séries pela fórmula:

$$PV = PMT \left[\frac{(1+j)^n - 1}{(1+j)^n \, x \, j} \right]$$

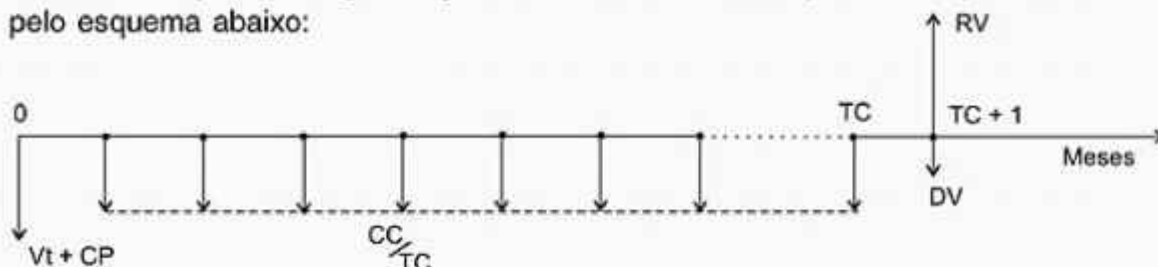
Em que:

PV = valor presente;

PMT = termos de uma série finita, uniforme, periódica e postecipada;

j = taxa de juros compostos;

n = número de períodos.

Nessas condições, o diagrama genérico do fluxo de caixa pode ser representado pelo esquema abaixo:

Em que:

Vt = valor do terreno avaliando;

CP = custo dos projetos;

CC = custo de construção;

TC = tempo de construção;

CC/TC = custo mensal da construção (cte);

RV = receita de vendas;

DV = despesa de vendas (corretagem).

O valor do terreno (Vt) compreende o seu custo, acrescido das despesas de transferência (ITBI, certidões, escritura e registro), com desembolso no mês zero.

O custo dos projetos (CP) engloba os projetos arquitetônico, estrutural, de instalações elétricas e de instalações hidrossanitárias, devidamente aprovados e também com desembolso no mês zero.

O custo de construção (CC), que ocorre ao longo do horizonte, resulta do produto da área equivalente de construção (AEC) pelo custo unitário de construção (CUC):

$$CC = AEC \times CUC$$

A área equivalente de construção (AEC) deve ser calculada pela fórmula encontrada na NBR 14653-2, item 8.3.1.1.2:

$$AEC = Ap + \sum_{i}^{n} (Aqi \times Pi)$$

Em que:

AEC = área equivalente de construção;

Ap = área construída padrão;

Aqi = área construída de padrão diferente;

Pi = percentual correspondente à razão entre o custo estimado da área de padrão diferente e a área padrão, de acordo com os limites estabelecidos na NBR 12721.

O custo unitário de construção, em avaliações expedidas, pode ser calculado pela fórmula encontrada na NBR 14653-2, item 8.3.1.1.3:

$$CUC = \left[CUB + \frac{OE + OI + (OFe - OFd)}{AEC} \right] (1 + A)\ (1 + F)\ (1 + L)$$

Em que:

CUC = custo unitário de construção (por m² de área equivalente de construção);

CUB = custo unitário básico do Sinduscon;

OE = orçamento dos elevadores;

OI = orçamento das instalações especiais (de incêndio, de gás, de interfones, de antenas coletivas, etc.);

OFe = orçamento de fundações especiais;

OFd = orçamento de fundações diretas;

AEC = área equivalente de construção;

A = administração da obra (em %);

F = custos financeiros (em %);

L = lucro da construtora (em %).

Mas, em empreendimentos em que são exigidas avaliações rigorosas, a NBR 5676/89 manda adotar métodos científicos consagrados, de onde sairá o valor do CUC com determinado grau de confiança estimado por inferência estatística.

O tempo de construção (TC) é o período de implantação do empreendimento. Esse período pode variar de 12 a 24 meses, dependendo da natureza e do vulto da obra.

A receita de vendas (RV) é igual à área bruta vendável (ABV) multiplicada pelo preço unitário de venda (PUV):

RV = ABV x PUV

E a despesa de vendas (DV) corresponde ao valor cobrado pela corretora, valor este que normalmente é calculado em percentual da RV.

Conforme podemos observar no diagrama adotado, admite-se que a RV e a DV ocorram um mês após a conclusão da obra (TC +1).

4- Por fim, devemos pesquisar a taxa de juros que vai remunerar o capital aplicado pelo investidor ao longo do horizonte, taxa esta que, evidentemente, não poderá ser inferior à taxa que remunera outros investimentos de igual risco, para que o negócio se torne atrativo.

Essa taxa, chamada taxa de desconto, é conhecida na matemática financeira por taxa interna de retorno (TIR), que torna o valor presente líquido (VPL) de um fluxo de caixa igual a zero.

Conhecidas as receitas e as despesas do fluxo de caixa, referidas a uma mesma taxa de juros compostos e em datas previamente estipuladas, podemos montar a equação:

$$\text{VPL} = -\text{Vt} - \text{CP} - \frac{CC}{TC}\left[\frac{(1+j)^{TC}-1}{(1+j)^{TC}\,x\,j}\right]+\frac{RV-DV}{(1+j)^{TC+1}}=0$$

Isolando Vt, teremos:

$$Vt = -CP - \frac{CC}{TC}\left[\frac{(1+j)^{TC}-1}{(1+j)^{TC}\,x\,j}\right] + \frac{RV-DV}{(1+j)^{TC+1}} \qquad (37)$$

Em que:

Vt = valor do terreno;

CP = custo dos projetos;

CC = custo de construção;

TC = tempo da construção em meses;

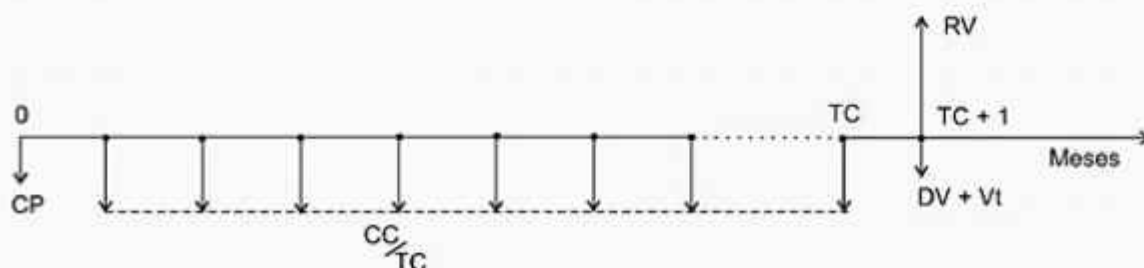
j = taxa de desconto (taxa de juros que remunera o capital aplicado pelo investidor ao longo do horizonte);

RV = receita de vendas;

DV = despesa de vendas (corretagem).

13.3 FÓRMULA DO PERCENTUAL DE PERMUTA POR ÁREA CONSTRUÍDA

Quando houver permuta do terreno por área construída, o valor do terreno (Vt) deverá ser descontado da receita de vendas (RV). Nesse caso, somente o custo dos projetos (CP) ocorrerá no mês zero. O valor do terreno (Vt) será comercializado no mês TC + 1 com a receita de vendas (RV) e a despesa de vendas (DV).

O diagrama de fluxo de caixa ficará assim:

Nessas condições, teremos:

$$VPL = -CP - \frac{CC}{TC}\left[\frac{(1+j)^{TC}-1}{(1+j)^{TC}xj}\right]+\frac{RV-DV-Vt}{(1+j)^{TC+1}}=0$$

Mas o valor do terreno (Vt) e a despesa de corretagem (DV) podem ser expressos em percentual da receita de vendas (RV).

Assim, se chamarmos:

PP = percentual de permuta;

PC = percentual de corretagem, teremos:

Vt = PP x RV

DV = PC x RV

Então:

$$0 = -CP - \frac{CC}{TC}\left[\frac{(1+j)^{TC}-1}{(1+j)^{TC}xj}\right]+\frac{RV-(PCxRV)-(PPxRV)}{(1+j)^{TC+1}}$$

Isolando PP, teremos:

$$\frac{PP\,x\,RV}{(1+j)^{TC+1}} = -CP - \frac{CC}{TC}\left[\frac{(1+j)^{TC}-1}{(1+j)^{TC}xj}\right]+\frac{RV(1-PC)}{(1+j)^{TC+1}}$$

Donde:

$$PP = -\left\{\frac{CP}{RV}+\frac{CC}{TC\,x\,RV}\left[\frac{(1+j)^{TC}-1}{(1+j)^{TC}\,x\,j}\right]\right\}(1+j)^{TC+1}+(1-PC) \quad (38)$$

Em que:

PP = percentual de permuta relativo à receita de vendas;

CP = custo dos projetos;

RV = receita de vendas;

CC = custo de construção;

TC = tempo de construção;

PC = percentual de corretagem relativo à receita de vendas;

j = taxa de desconto.

Observação 1:

As fórmulas (37) e (38) foram deduzidas admitindo a implantação de um empreendimento hipotético com receitas e despesas em datas previamente estipuladas. Assim sendo, qualquer transferência de data deve ser feita por equivalência financeira à taxa adotada, o que vai acarretar mudanças no fluxo de caixa e, por conseguinte, no equacionamento das fórmulas encontradas para os cálculos do valor do terreno ou do percentual de permuta por área construída.

Observação 2:

É bom lembrar que Vt ≠ PP x RV, porque as transações são operadas em datas diferentes: Vt ocorre no início do empreendimento e (PP x RV), trinta dias após a sua conclusão.

Ora, a matemática financeira ensina que o montante FV (valor futuro) resultante de uma aplicação de capital PV (valor presente) a uma taxa de juros compostos **j** durante **n** períodos de capitalização é dado por:

$FV = PV\ (1 + j)^{n}$

Assim sendo, podemos escrever:

$PP \times RV = Vt\ (1 + j)^{TC + 1}$

Donde:

$$PP = \frac{Vt\ (1 + j)^{TC + 1}}{RV} \qquad (39)$$

A fórmula citada permite calcular o percentual de permuta (PP), uma vez conhecido o valor do terreno (Vt) pela fórmula (37).

EXEMPLO Nº 1

Calcular o valor e o preço médio unitário do terreno abaixo com as seguintes características:

Terreno retangular, plano e horizontal, no nível da rua, solo firme e seco, situado em meio de quadra de zona residencial, onde o "fundo-padrão" é de 40 m e o "preço unitário" apurado pela pesquisa é de R$ 250,00/m².

Solução:

a – Profundidade equivalente

$$f = \frac{S}{ap} = \frac{450}{10} = 45{,}00 \text{ m} > N \ (= 40 \text{ m})$$

45

10

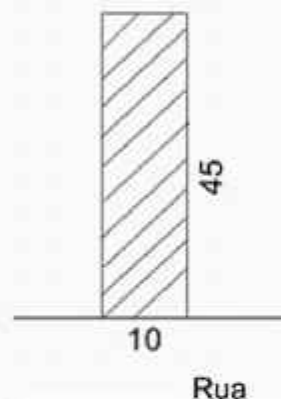
Rua

b – Valor do terreno:

Como N < f < 2N, devemos adotar a fórmula (7):

$$Vt = q \times S \times \sqrt{\frac{N}{f}} = 250 \times 450 \times \sqrt{\frac{40}{45}}$$

Vt = 112.500 x 0,9428

Vt = R$ 106.066,00

c – Preço médio unitário:

$$q_m = \frac{Vt}{S} = \frac{106.066}{450}$$

q_m = R$ 235,70/m²

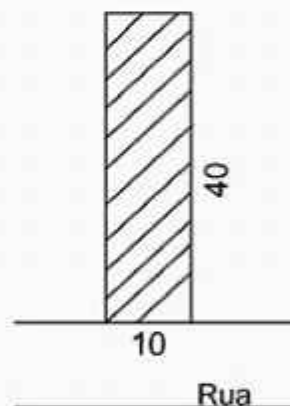
EXEMPLO Nº 2

Calcular o valor e o preço médio unitário do terreno abaixo com as seguintes características:

Profundidade de 40 m e as demais condições do exemplo nº 1.

Solução:

a – Profundidade equivalente:

$$f = \frac{S}{ap} = \frac{400}{10} = 40{,}00 \text{ m} = N \ (= 40 \text{ m})$$

b – Valor do terreno:

Como f = N e as demais condições também correspondem às do "lote-padrão", podemos usar qualquer uma das fórmulas (7) e (8):

$$Vt = q \times S \times \sqrt{\frac{N}{f}} = q \times S \times \sqrt{\frac{f}{N}} = 250 \times 400 \times \sqrt{\frac{40}{40}}$$

Vt = 100.000 x 1,0000

Vt = R$ 100.000,00

c- Preço médio unitário:

$$q_m = \frac{Vt}{S} = \frac{100.000}{400}$$

q_m = R$ 250,00/m²

EXEMPLO Nº 3

Calcular o valor e o preço médio unitário do terreno abaixo com as seguintes características:

Profundidade de 35 m e as demais condições do exemplo nº 1.

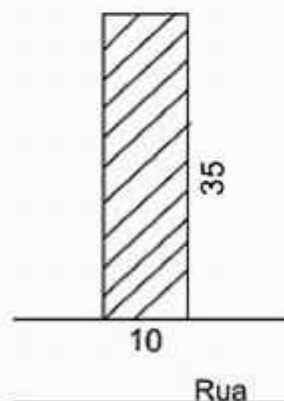
Solução:

a – Profundidade equivalente:

$$f = \frac{S}{ap} = \frac{350}{10} = 35{,}00 \text{ m} < N \ (= 40 \text{ m})$$

b – Valor do terreno:

Como N/2 < f < N, devemos adotar a fórmula (8):

$$Vt = q \times S \times \sqrt{\frac{f}{N}} = 250 \times 350 \times \sqrt{\frac{35}{40}}$$

$Vt = 87.500 \times 0{,}9354$

$Vt =$ R$ 81.848,00

c – Preço médio unitário:

$$q_m = \frac{Vt}{S} = \frac{81.848}{350}$$

$q_m =$ R$ 233,85/m²

Observação:

Os três exemplos anteriormente mencionados nos mostram que, no primeiro e no terceiro exemplos, o "preço médio unitário" encontrado é menor do que o "preço unitário" apurado pela pesquisa, porque as profundidades desses lotes são diferentes do "fundo-padrão" da zona.

No segundo exemplo, o "preço médio unitário" calculado é igual ao "preço unitário" apurado pela pesquisa, porque se trata de "lote-padrão". Se esse lote estivesse situado em zona de baixa salubridade ou fosse inclinado, o "preço médio unitário" seria menor do que o "preço unitário". Ao contrário, se esse mesmo lote fosse de esquina ou situado em zona comercial onde a "testada referencial" fosse menor do que a testada do lote, o "preço médio unitário" daria um valor acima de R$ 250,00/m².

Pelo acima exposto, torna-se fácil assimilar a diferença existente entre o "preço unitário" apurado pela pesquisa em determinada zona e o "preço médio unitário" de um lote na mesma zona, calculado por uma das fórmulas de Harper-Berrini.

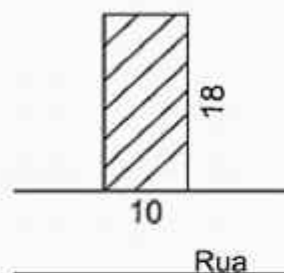
EXEMPLO Nº 4

Calcular o valor e o preço médio unitário do terreno abaixo, com as seguintes características:

Profundidade de 18 m e as demais condições do exemplo nº 1.

Solução:

a – Profundidade equivalente:

$$f = \frac{S}{ap} = \frac{180}{10} = 18{,}00 \text{ m} < N/2 \ (= 20 \text{ m})$$

b – Valor do terreno:

Como f < N/2, devemos empregar a fórmula (9):

Vt = 0,7071 x q x S = 0,7071 x 250 x 180

Vt = R$ 31.819,00

c – Preço médio unitário:

$$q_m = \frac{Vt}{S} = \frac{31.819}{180}$$

q_m = R$ 176,77/m²

EXEMPLO Nº 5

Calcular o valor e o preço médio unitário do terreno abaixo, com as seguintes características:

Profundidade de 90 m e as demais condições do exemplo nº 1.

Solução:

a – Profundidade equivalente:

$$f = \frac{S}{ap} = \frac{1.080}{12} = 90{,}00 \text{ m} > 2\text{ N} (= 80 \text{ m})$$

b – Valor do terreno:

Como f > 2N, devemos empregar a fórmula (9):

Vt = 0,7071 x q x S = 0,7071 x 250 x 1.080

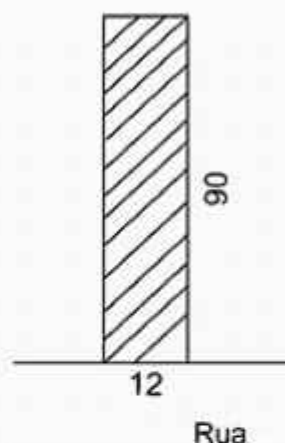
Vt = R$ 190.917,00

c – Preço médio unitário:

$$q_m = \frac{Vt}{S} = \frac{190.917}{1.080}$$

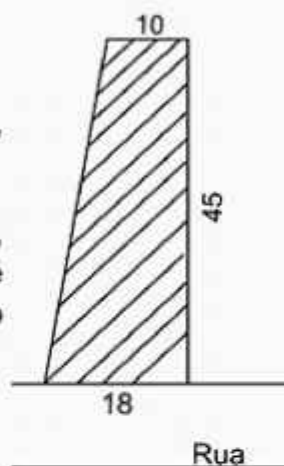
q_m = R$ 176,77/m²

Observação:

Comparando os resultados dos exemplos nº 4 e nº 5, vemos que o preço médio

unitário de ambos os terrenos é o mesmo (R$ 176,77/m²). Isso porque ambos estão dentro dos limites N/2 > f > 2 N, casos em que as profundidades equivalentes são consideradas, respectivamente, N/2 = 20 e 2 N = 80, embora os cálculos tenham dado, respectivamente, 18,00 e 90,00.

EXEMPLO Nº 6

Calcular o valor e o preço médio unitário do terreno abaixo, com as seguintes características:

Terreno plano, com aclive de 20% e testada no nível da rua, solo firme e seco; zona comercial onde o "fundo-padrão" é de 30 m, a testada referencial é de 10 m e o preço unitário apurado pela pesquisa é de R$ 450,00/m².

Solução:

a – Profundidade equivalente:

$$f = \frac{S}{ap} = \frac{\frac{18+10}{2} x45}{17,72} = \frac{630}{17,72} = 35,55 \text{ m} > N \ (= 30 \text{ m})$$

b – Valor do terreno:

Como N < f < 2N, devemos adotar a fórmula (7) acrescida do coeficiente de desvalorização topográfica Ki e do coeficiente de valorização pela testada Kt:

$$Vt = \Sigma K \ . \ (q \times S \times \sqrt{\frac{N}{f}})$$

Fator aclive:

Do gráfico de Ki tiramos: para um aclive de 20%, Ki = 0,90;

Fator testada:

$$Kt = \sqrt[4]{\frac{ap}{r}} = \sqrt[4]{\frac{17,72}{10}} = (1,77)^{0,25} = 1,1538$$

Donde:

Σ K = Ki + Kt – (n – 1) = 0,90 + 1,1538 – (2-1)

Σ K = 1,0538

E

$$Vt = 1,0538 \times (450 \times 630 \times \sqrt{\frac{30}{35,55}})$$

Vt = R$ 274.443,00

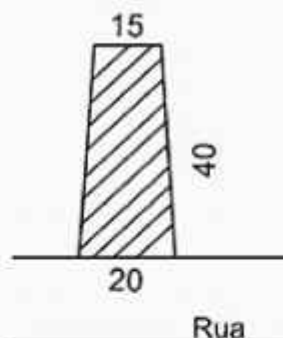
c – Preço médio unitário:

$$q_m = \frac{Vt}{S} = \frac{274.443}{630}$$

q_m = R$ 435,62 /m²

EXEMPLO Nº 7

Calcular o valor e o preço médio unitário do terreno abaixo, com as seguintes características:

Terreno plano, com a testada no nível da rua e declive de 10%; solo úmido; zona mista onde o "fundo-padrão" é de 40 m, a testada referencial é de 8 m e o preço unitário de pesquisa está cotado a R$ 450,00/m².

Solução:

a – Profundidade equivalente:

$$f = \frac{S}{ap} = \frac{\frac{20+15}{2}x40}{20} \quad \frac{700}{20} = 35{,}00 \text{ m} < N\ (= 40 \text{ m})$$

b – Valor do terreno:

Como N/2 < f < N, devemos aplicar a fórmula (8) acrescida do somatório dos fatores inclinação, salubridade e testada:

$$Vt = \Sigma K . \left(qxS\sqrt{\frac{f}{N}} \right)$$

Fator inclinação:

Do gráfico de Ki, tiramos: para um declive de 10%, Ki = 0,90;

Fator salubridade:

Da tabela de desvalorização pela salubridade, tiramos: para terrenos úmidos, Ks = 0,80;

Fator testada:

$$Kt = \sqrt[4]{\frac{a}{r}} = \left(\frac{20}{8}\right)^{0,25} = (2,5)^{0,25} = 1,2574$$

Adotamos o limite superior: Kt = 1,1892.

Donde:

Σ K = Ki + Ks + Kt – (n – 1) = 0,90 + 0,80 + 1,1892 – (3-1)

Σ K = 0,8892

E

$$Vt = 0,8892\left(450x700\ x\ \sqrt{\frac{35}{40}}\right)$$

Vt= R$ 262.007,00

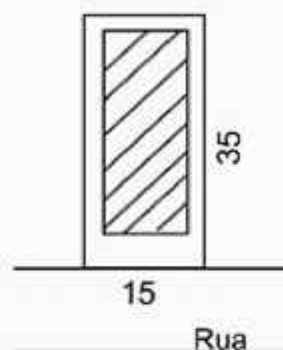
c – Preço médio unitário:

$$qm = \frac{Vt}{S} = \frac{262.007}{700}$$

qm = R$ 374,29/m²

EXEMPLO Nº 8

Calcular o valor e o preço médio unitário do terreno abaixo, com as seguintes características:

Terreno em meio de quadra, com testada no nível do meio-fio e aclive de 15%; solo úmido; zona comercial onde o "fundo-padrão" é de 30 m, a testada referencial é de 10 m, a taxa de ocupação é de 70%, o recuo de frente é de 4 m e os laterais e de fundo são de 1,50 m; e o preço unitário na zona está cotado em R\$ 1.000,00/m².

a – Profundidade equivalente:

$$f = \frac{S}{ap} = \frac{15 \, x \, 35}{15} = 35{,}00 > N \; (= 30 \text{ m})$$

b – Valor do terreno:

Como N < f < 2N, devemos adotar a fórmula (7) acrescida dos fatores inclinação, salubridade, testada e aproveitamento, todos sob a forma de somatório:

$$Vt = \Sigma \, K. \, (q \times S \times \sqrt{\frac{N}{f}} \;)$$

Fator inclinação:

O gráfico de Ki, para um aclive de 15%, nos fornece: Ki = 0,95;

Fator salubridade:

O quadro de valorização pela salubridade nos fornece: para terrenos úmidos, Ks= 0,80;

Fator testada:

Kt = $\sqrt[4]{\dfrac{a}{r}} = \sqrt[4]{\dfrac{15}{10}} = (1{,}50)^{0{,}25} = 1{,}1067;$

Fator aproveitamento:

T.O. = 70% = 0,70;

Área livre: 15,00 x 4,00 + 2 $[(35{,}00 - 5{,}50)1{,}50]$ + 15,00 x 1,50 = 171,00 m²

t.o = $\dfrac{525 - 171}{525} = 0{,}6743$

Ka = $\dfrac{t.o}{T.O} = \dfrac{0{,}6743}{0{,}70} = 0{,}9633$

Donde:

Σ K = Ki + Ks + Kt + Ka – (n-1) = 0,95 + 0,80 + 1,1067 + 0,9633 – (4 -1) = 0,8200

E

Vt = 0,8200 x (1.000 + 525 x $\sqrt{\dfrac{30}{35}}$)

Vt = R$ 398.565,00

c – Preço médio unitário:

$$qm = \frac{Vt}{S} = \frac{398.565}{525}$$

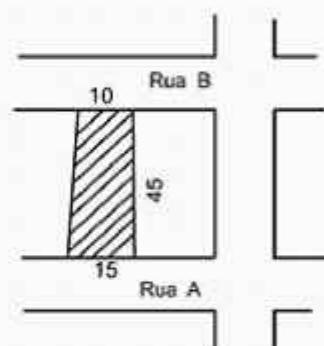
qm = R$ 759,17/m²

EXEMPLO Nº 9

Calcular o valor e o preço médio unitário do terreno abaixo, com as seguintes características:

Terreno em meio de quadra, com duas frentes, plano, horizontal e no nível das ruas; solo firme e seco; zona residencial onde o "fundo-padrão" é de 40 m e os preços unitários apurados pela pesquisa são:

Rua A = R$ 500,00/m²

Rua B = R$ 300,00/m²

Solução:

a – Testada equivalente:

$$A = a_1 + a_2 \left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2 = 15{,}00 + 10{,}00 \left(\frac{300}{500}\right)^2 = 15{,}00 + 3{,}60 = 18{,}60 \text{ m}$$

b – Profundidade equivalente:

$$f_1 = \frac{S}{A} = \frac{\frac{15+10}{2} x 45}{18,60} = \frac{562,50}{18,60} = 30,24 \text{ m} < N\ (= 40 \text{ m})$$

c – Valor do terreno:

Como $N/2 < f_1 < N$, devemos adotar a fórmula (18), que contém o fator vantagem Kv:

$$Vt = Kv \times q_1 \times S \times \sqrt{\frac{f_1}{N}}$$

Fator vantagem:

$$Kv = \left(\frac{N}{f_1}\right)^{0,75} = \left(\frac{40,00}{30,24}\right)^{0,75} = 1,2334$$

Donde:

$$Vt = 1,2334 \times 500 \times 562,50 \times \sqrt{\frac{30,24}{40}}$$

Vt = R$ 301.618,00

d – Preço médio unitário:

$$qm = \frac{Vt}{S} = \frac{301.618}{562,50}$$

qm = R$ 536,20/m²

Observação 1:

Se desconsiderarmos a frente secundária (Rua B), teremos:

a – Profundidade equivalente:

$$f = \frac{S}{ap} = \frac{562,50}{15,00} = 37,50\ m \quad < N\ (= 40\ m)$$

b – Valor do terreno:

Como N/2 < f < N, devemos adotar a fórmula (8):

$$Vt = q \times S \times \sqrt{\frac{f}{N}} = 500\ x\ 562,50\ x\sqrt{\frac{37,5}{40}}$$

Vt= R$ 272.319,00

c – Preço médio unitário:

$$qm = \frac{272.319}{562,50}$$

qm = R$ 484,12/m²

Pelos valores encontrados, fica confirmada a teoria de que terrenos com frentes múltiplas são mais valorizados.

Observação 2:

Se tivéssemos adotado a fórmula genérica (10) de Harper, teríamos:

$$Vt= \sqrt{S\ x\ N.(a_1\ x\ q_1^{\ 2} + a_2\ x\ q_2^{\ 2}}$$

$$Vt = \sqrt{562{,}50\ x\ 40(15\ x\ 500^2 + 10\ x\ 300^2)}$$

Vt = R$ 323.457,00

E o "preço médio unitário" seria:

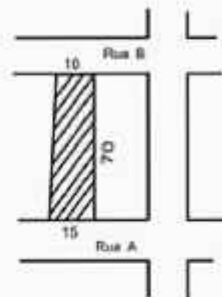
$$qm = \frac{Vt}{S} = \frac{323.457}{562{,}50}$$

qm = R$ 575,03/m²

Conforme vemos, esse é um valor bem acima do encontrado pela fórmula (18) de Harper-Berrini, porque a profundidade equivalente (30,24) é menor do que o "fundo-padrão" da zona (40,00).

EXEMPLO Nº 10

Calcular o valor e o preço médio unitário do terreno abaixo, com as seguintes características:

Profundidade de 70 m e todas as demais condições do exercício nº 9.

a – Testada equivalente:

$$A = a_1 + a_2 \left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2 = 15 + 10\left(\frac{300}{500}\right)^2 = 15,00 + 3,60 = 18,60\ m$$

b – Profundidade equivalente:

$$f_1 = \frac{S}{A} = \frac{\frac{15+10}{2} x70}{18,60} = \frac{875,00}{18,60} = 47,04 > N\ (= 40\ m)$$

c – Valor do terreno:

Como $N < f_1 < 2N$, devemos adotar a fórmula (14):

$$Vt = q_1 \times S \times \sqrt{\frac{N}{f_1}} = 500 \times 875 \times \sqrt{\frac{40}{47,04}}$$

Vt = R$ 403.435,00

d – Preço médio unitário:

$$qm = \frac{Vt}{S} = \frac{403.435}{875}$$

qm = 461,06/m²

Observação 1:

Se desconsiderarmos a frente secundária (Rua B), teremos:

a – Profundidade equivalente:

$$f = \frac{S}{ap} = \frac{875}{15} = 58{,}33 \quad > N\ (= 40\ m)$$

b – Valor do terreno:

Como N < f < 2 N, devemos adotar a fórmula (7):

$$Vt = q \times S \times \sqrt{\frac{N}{f}} = 500 \times 875 \times \sqrt{\frac{40}{58{,}33}}$$

Vt = R$ 362.294,00

c – Preço médio unitário:

$$qm = \frac{Vt}{S} = \frac{362.294}{875}$$

qm = R$ 414,05/m²

Comparando os resultados, fica confirmado, mais uma vez, que terrenos com frentes múltiplas são mais valorizados.

Observação 2:

Se aplicarmos a fórmula genérica (10) (válida somente para $f_1 > N$), o resultado seria aproximadamente o mesmo. De fato:

$$Vt = \sqrt{S\ x\ N(a_1\ x\ q_1^{\ 2} + a_2\ x\ q_2^{\ 2})}$$

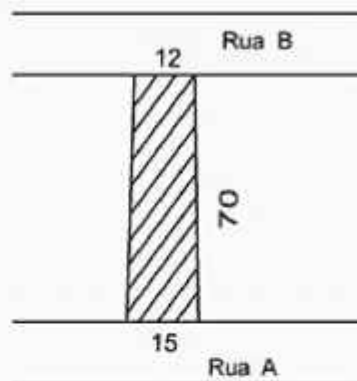
$$Vt = \sqrt{875\ x\ 40\ (15\ x\ 500^2 + 10\ x\ 300^2)}$$

Vt = R$ 403.422,00

Portanto, fica confirmada a teoria de que as fórmulas genéricas (10) de Harper somente são válidas para terrenos cuja profundidade equivalente é igual ou maior do que o "fundo-padrão" da zona.

EXEMPLO Nº 11

Calcular o valor e o preço médio unitário do terreno abaixo, com as seguintes características:

Terreno em meio de quadra, plano, horizontal e com as testadas no nível do meio-fio, solo firme e seco; zona comercial central, onde o "fundo-padrão" é de 40 m e a testada referencial é de 10 m; e os preços unitários apurados pela pesquisa no pólo de influência são:

Rua A: q_1 = R$ 3.000,00/m²

Rua B: q_2 = R$ 2.400,00/m²

Solução:

a – Testada equivalente:

$$A = a_1 + a_2 \left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2 = 15,00 + 12,00\left(\frac{2.400}{3.000}\right)^2 = 22,68\ m$$

b – Profundidade equivalente:

$$f_1 = \frac{S}{A} = \frac{945}{22,68} = 41,67\ \text{m} > N\ (= 40\ \text{m})$$

c – Valor do terreno:

Como $N < f_1 < 2N$, devemos adotar a fórmula (14) acrescida do fator testada equivalente:

$$Vt = Kt\ (q_1 \times S \times \sqrt{\frac{N}{f_1}})$$

Fator testada equivalente:

$$Kt = \sqrt[4]{\frac{A}{r}} = \left(\frac{A}{r}\right)^{0,25} = \left(\frac{22,68}{10}\right)^{0,25} = 1,2272$$

Adota-se o limite superior: Kt = 1,1892:

Donde:

$$Vt = 1,1892\ (3.000 \times 945 \times \sqrt{\frac{40}{41,67}})$$

Vt = R$ 3.303.134,00

d – – Preço médio unitário:

$$qm = \frac{Vt}{S} = \frac{3.303.134}{945}$$

qm = R$ 3.495,38/m²

EXEMPLO Nº 12

Calcular o valor e o preço médio unitário do terreno abaixo, com as seguintes características:

Terreno de esquina, plano, horizontal e no nível das ruas; solo firme e seco; zona residencial onde o "fundo-padrão" é de 35 m e os preços unitários de pesquisa são:

Rua A: q_1 = R$ 200,00/m²

Rua B: q_2 = R$ 120,00/m²

Solução:

a – Testada equivalente:

$$A = a_1 + a_2 \left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2 = 30 + 40\left(\frac{120}{200}\right)^2 = 44,40\ m$$

b – Profundidade equivalente:

$$f_1 = \frac{S}{A} = \frac{1.100}{44,40} = 24,77\ m \qquad < N\ (= 35\ m)$$

c – Valor do terreno:

Como $N/2 < f_1 < N$, devemos adotar a fórmula (18), que contém o fator vantagem, e acrescentar o fator esquina até o limite da área do "lote-padrão" (10 x 35 = 350 m²):

$$Vt = Ke\ (Kv \times q_1 \times S \times \sqrt{\frac{f_1}{N}})$$

Fator vantagem:

$$Kv = \left(\frac{N}{f_1}\right)^{0,75} = \left(\frac{35}{24,77}\right)^{0,75} = 1,2960$$

Fator esquina (100% de Ke = 1,10):

350 m²/1.100 m² = 0,3182 → 31,82% x 0,10 = 0,0318

Ke = 1,0318

Donde:

$$Vt = 1,0318\ (1,2960 \times 200 \times 1.100 \times \sqrt{\frac{24,77}{35}}\ )$$

Vt = R$ 247.486,00

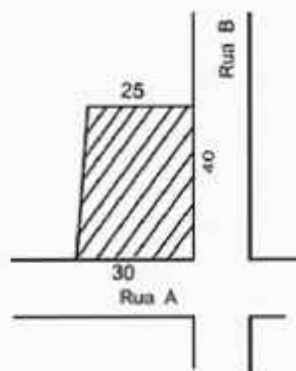
d – Preço médio unitário:

$$qm = \frac{247.486}{1.100}$$

qm = R$ 224,98/m²

EXEMPLO Nº 13

Calcular o valor e o preço médio unitário do terreno abaixo, com as seguintes características:

Zona comercial de padrão médio e demais condições do exemplo nº 12.

Solução:

a – Testada equivalente:

$$A = a_1 + a_2 \left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2 = 30 + 40 \left(\frac{120}{200}\right)^2 = 44,40\ m$$

b – Profundidade equivalente:

$$f_1 = \frac{S}{A} = \frac{1.100}{44,40} = 24,77\ m \quad < N\ (= 35\ m)$$

c – Valor do terreno:

Como $N/2 < f_1 < N$, devemos adotar a fórmula (18), que contém o fator vantagem, e acrescentar o fator esquina.

$$Vt = Ke\ (Kv \times q_1 \times S \times \sqrt{\frac{f_1}{N}})$$

Fator vantagem:

$$Kv = \left(\frac{N}{f_1}\right)^{0,75} = \left(\frac{35}{24,77}\right)^{0,75} = 1,2960$$

Fator esquina:

Pela fórmula do eng. Sérgio A. Abunahman, temos:

$$Ke = \frac{(Z \ +20)\, a_1 \ x \ q_1 + a_2 \ x \ q_2}{20 \ x \ a_1 \ x \ q_1}$$

Para zona comercial de padrão médio, Z = 2,0.

Então:

$$Ke = \frac{(2,0 + 20) \,.\, 30 \ x \ 200 + 40 \ x \ 120}{20 \ x \ 30 \ x \ 200} = 1,1400$$

Donde:

$$Vt = 1,1400 \ (1,2960 \times 200 \times 1.100 \times \sqrt{\frac{24,77}{35}})$$

Vt = R$ 273.439,00

d – Preço médio unitário:

$$qm = \frac{Vt}{S} = \frac{273.439}{1.100}$$

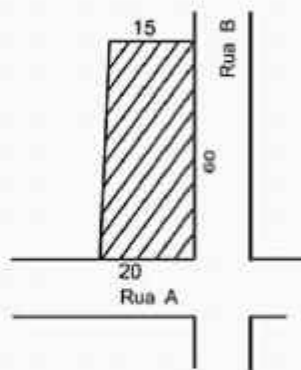
qm = R$ 248,58/m²

EXEMPLO Nº 14

Calcular o valor e o preço médio unitário do terreno abaixo, com as seguintes características:

Terreno de esquina, plano, horizontal e no nível do meio-fio; solo firme e seco; zona residencial comum, onde vigora o "fundo-padrão" de 30 m e os preços unitários de pesquisa são:

Rua A: q_1 = R$ 500,00/m²

Rua B: q_2 = R$ 250,00/m²

Solução:

a – Testada equivalente:

$$A = a_1 + a_2 \left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2 = 20 + 60 \left(\frac{250}{500}\right)^2 = 20 + 15 = 35,00\ m$$

b – Profundidade equivalente:

$$f_1 = \frac{S}{A} = \frac{1.050}{35} = 30,00\ m = N\ (=30)$$

c – Valor do terreno:

Como f_1 = N, podemos usar tanto a fórmula genérica (10) como a fórmula (14), ambas acrescidas do fator esquina até a área do "lote-padrão" da zona (10 x 30 = 300 m²):

Fator esquina (100% de Ke= 1,10):

Área aplicável = 300 m²

Área do terreno: 1.050 m²

$$\frac{300}{1.050} = 0{,}2857 \rightarrow 28{,}57\%$$

Então:

100% → 0,10

28,57% → 0,0286 → Ke = 1,0286

Donde:

$$Vt = Ke \; . \; \sqrt{S \; x \; N.(a_1 \; x \; q_1^{\;2} + a_2 \; x \; q_2^{\;2})}$$

$$Vt = 1{,}0286 \; x \; \sqrt{1.050 \; x \; 30.(20 \; x \; \overline{500}^{\,2} + 60 \; x \; \overline{250}^{\,2})}$$

Vt = R$ 540.015,00

Ou, pela fórmula própria de Harper-Berrini:

$$Vt = Ke \times (q_1 \; x \; S \; x \sqrt{\frac{N}{f_1}})$$

$$Vt = 1{,}0286 \; . \; (500 \times 1.050 \times \sqrt{\frac{30}{30{,}00}})$$

VT = R$ 540.015,00

d- Preço médio unitário:

$$qm = \frac{Vt}{S} = \frac{540.015}{1.050}$$

qm = R$ 514,30/m²

EXEMPLO Nº 15

Calcular o valor e o preço médio unitário do terreno abaixo, com as seguintes características:

Terreno de esquina, plano, horizontal e no nível do meio-fio; solo firme e seco; zona residencial comum destituída de Plano diretor, onde o preço unitário apurado pela pesquisa é de R$ 3.000,00 por metro linear de testada.

Solução:

a – Testada equivalente:

Como o preço unitário é dado por metro linear de testada, devemos convertê-lo para preço/m² pela fórmula (5), lembrando que, onde não existe Plano diretor, o "lote-padrão" mede 10 x 40 m.

$$q = \frac{p}{N} = \frac{3.000}{40} = R\$75{,}00/m^2$$

Então:

$$A = a_1 + a_2 \left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2 = 29{,}80 + 20\left(\frac{75{,}00}{75{,}00}\right)^2 = 49{,}80\,m$$

b – Profundidade equivalente:

$$f_1 = \frac{S}{A} = \frac{596}{49{,}80} = 11{,}97\ m \quad < N/2\ (= 20\ m)$$

c – Valor do terreno:

Como $f_1 < N/2$, devemos adotar a fórmula (19), que contém o fator vantagem, e acrescentar o fator esquina até o limite da área do "lote-padrão" (10 x 40 = 400 m²):

$$Vt = Ke \times (0{,}7071 \times Kv \times q_1 \times S)$$

Fator esquina (100% de Ke = 1,10):

Área aplicável = 400 m²

Área do terreno = 596 m²

Então:

$$\frac{400}{596} = 0,6711 \longrightarrow 67,11\% \; x \; 0,10 = 0,06711$$

Ke = 1,0671

Fator vantagem:

$$Kv = \left(\frac{N}{f_1}\right)^{0,75} = \left(\frac{40}{20}\right)^{0,75} = 1,6818 \quad \text{(limite)}$$

Donde:

Vt = 1,0671 x (0,7071 x 1,6818 x 75 x 596)

Vt = R$ 56.724,00

d – Preço médio unitário:

$$q_m = \frac{56.724}{596}$$

q_m = R$ 95,17/m²

Observação:

Poderíamos também adotar uma das fórmulas desenvolvidas no final do item 6.1.6, as quais dão o valor de Vt em função do preço unitário por metro linear de testada.

Então teríamos:

a – Testada equivalente:

$$A = a_1 + a_2 \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^2 = 29{,}80 + 20{,}00 \left(\frac{3.000}{3.000} \right)^2 = 49{,}80\, m$$

b – Profundidade equivalente:

$$f_1 = \frac{S}{A} = \frac{596}{49{,}80} = 11{,}97\, m \quad < N/2\ (= 20\ m)$$

c – Valor do terreno:

Como $f_1 < N/2$, devemos adotar a fórmula (9'), acrescida do fator vantagem, e incluir o fator esquina (terreno com frentes múltiplas):

$$Vt = Ke \times 0{,}7071 \times Kv \times \left(\frac{p.x.S}{N} \right)$$

$$Vt = 1{,}0671 \times 0{,}7071 \times 1{,}6818 \times \left(\frac{3.000.x.596}{40} \right)$$

Vt = 56.724,00

E

$$qm = \frac{56.724}{596} = 95{,}17/m^2$$

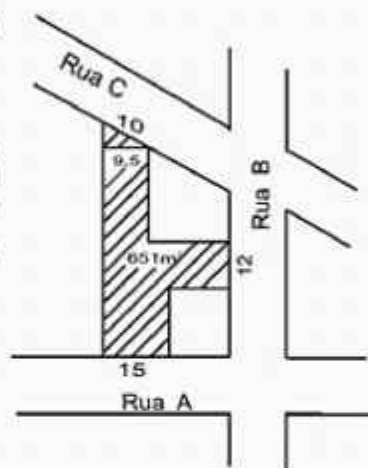
EXEMPLO Nº 16

Calcular o valor e o preço médio unitário do terreno abaixo, com as seguintes características:

Terreno de meio de quadra com três frentes, plano, horizontal e no nível das ruas; solo firme e seco; área efetiva de 651 m²; zona mista, onde o "fundo-padrão" é de 40 m e os preços unitários obtidos pela pesquisa no pólo de influência são:

Rua A: R$ 800,00/m²

Rua B: R$ 624,00/m²

Rua C: R$ 400,00/m²

Solução:

a – Testada equivalente:

$$A = a_1 + a_2\left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2 + a_3\left(\frac{q_3}{q_1}\right)^2 = 15 + 12x\left(\frac{624}{800}\right)^2 + 9{,}50\left(\frac{400}{800}\right)^2$$

$$= 15{,}00 + 7{,}30 + 2{,}37 = 24{,}67\ m$$

b – Profundidade equivalente:

$$f_1 = \frac{S}{A} = \frac{651}{24{,}67} = 26{,}39\ m \quad < N\ (= 40)$$

c – Valor do terreno:

Como $N/2 < f_1 < N$, devemos adotar a fórmula (18), que contém o fator vantagem:

$$Vt = Kv \times q_1 \times S \times \sqrt{\frac{f_1}{N}}$$

Fator vantagem:

$$Kv = \left(\frac{N}{f_1}\right)^{0,75} = \left(\frac{40}{26{,}39}\right)^{0,75} = 1{,}3660$$

Donde:

$$Vt = 1{,}3660 \times 800 \times 651 \times \sqrt{\frac{26{,}39}{40}}$$

Vt = R$ 577.845,00

d – Preço médio unitário:

$$qm = \frac{Vt}{S} = \frac{577.845}{651}$$

qm = R$ 887,62/m²

Observação:

Na Rua C, onde a testada real é 10 m, tomou-se a_3 = 9,50 m (frente projetada), em observância à NBR 14.653-2, item 3.20.

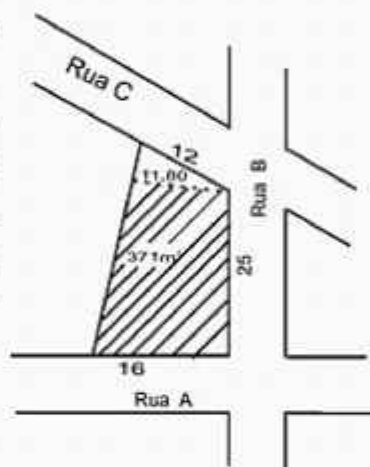
EXEMPLO Nº 17

Calcular o valor e o preço médio unitário do terreno abaixo, com as seguintes características:

Terreno com três frentes, plano, horizontal e no nível das ruas; solo firme e seco; área efetiva de 371 m²; zona comercial onde não são exigidos recuos de frente e laterais; o "fundo-padrão" é de 35 m, a testada referencial é de 8 m e os preços unitários de pesquisa são:

Rua A: q_1 = R$ 1.000,00/m²

Rua B: q_2 = R$ 600,00/m²

Rua C: q_3 = R$ 500,00/m²

Solução:

a – Testada equivalente:

$$A = a_1 + a_2\left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2 + a_3\left(\frac{q_3}{q_1}\right)^2 = 16 + 25x\left(\frac{600}{1.000}\right)^2 + 11{,}80\left(\frac{500}{1.000}\right)^2$$

$$= 16 + 9{,}00 + 2{,}95 = 27{,}95\,m$$

b – Profundidade equivalente:

$$f_1 = \frac{S}{A} = \frac{371}{27,95} = 13,27\ m \quad < N/2\ (= 17,50)$$

c – Valor do terreno:

Como $f_1 < N/2$, devemos adotar a fórmula (19), que contém o fator vantagem, e acrescentar o fator testada equivalente, por se tratar de zona comercial com r = 8,00 m:

$Vt = Kt \times (Kv \times 0,7071 \times q_1 \times S)$

Fator testada equivalente:

$$Kt = \sqrt[4]{\frac{A}{r}} = \sqrt[4]{\frac{27,95}{8,00}} = 1,3672 \rightarrow 1,1892 \text{ (limite)}$$

Fator vantagem:

$$Kv = \left(\frac{N}{f_1}\right)^{0,75} = \left(\frac{35,00}{17,50}\right)^{0,75} = 1,6818 \text{ (limite)}$$

Donde:

Vt = 1,1892 x (1,6818 x 0,7071 x 1.000 x 371)

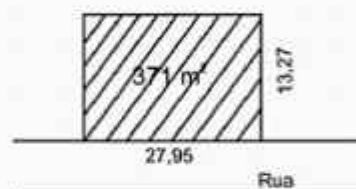
Vt = R$ 524.667,00

d – Preço médio unitário:

$$qm = \frac{524.667}{371}$$

qm = R$ 1.414,20/m²

Observação:

O terreno equivalente, com testada fictícia A = 27,95 m e profundidade equivalente f_1 = 13,27 m, seria o da figura ao lado, cujo valor, pela fórmula simplista, dá aproximadamente o valor encontrado pela fórmula de Harper-Berrini.

Vt = qm x S = 1.414,20 x 27,95 x 13,27 = R$ 524.521,00

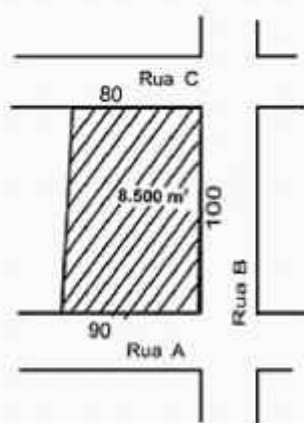
EXEMPLO Nº 18

Calcular o valor e o preço médio unitário do terreno abaixo, com as seguintes características:

Terreno com três frentes, plano, horizontal e no nível das ruas; solo firme e seco; área efetiva de 8.500 m²; situado em zona comercial onde não são exigidos recuos frontais e laterais e onde vigoram o "fundo-padrão" de 35 m e a testada referencial de 10 m.

Os preços unitários do pólo de influência apurados pela pesquisa são:

Rua A e Rua B: R$ 800,00/m²

Rua C: R$ 600,00/m²

Solução:

a – Testada equivalente:

$$A = a_1 + a_2\left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2 + a_3\left(\frac{q_3}{q_1}\right)^2 = 100 + 90x\left(\frac{800}{800}\right)^2 + 80\left(\frac{600}{800}\right)^2$$

$$= 100 + 90{,}00 + 45{,}00 = 235{,}00\, m$$

b – Profundidade equivalente:

$$f_1 = \frac{S}{A} = \frac{8.500}{235} = 36{,}17\, m \quad > N\ (= 35\ m)$$

c – Valor do terreno:

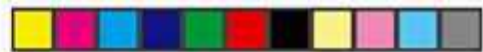
Como $N < f_1 < 2N$, devemos adotar a fórmula (14), acrescida do fator testada equivalente:

$$Vt = Kt \times (q_1 \times S \times \sqrt{\frac{N}{f_1}})$$

Testada equivalente:

$$Kt = \sqrt[4]{\frac{A}{r}} = \sqrt[4]{\frac{235}{10}} = (23{,}50)^{0{,}25} = 2{,}2017 \rightarrow 1{,}1892 \text{ (limite)}$$

Donde:

$$Vt = 1{,}1892 \times (800 \times 8.500 \times \sqrt{\frac{35{,}00}{36{,}17}})$$

Vt = R$ 7.954.695,00

d – Preço médio unitário:

$$qm = \frac{7.954.695}{8.500}$$

qm = R$ 935,84/m²

Observação:

Adotando a fórmula genérica (10) de Harper, acrescida do fator testada, o resultado seria o mesmo, já que a profundidade equivalente encontrada é maior do que o "fundo-padrão" da zona ($f_1 > N$):

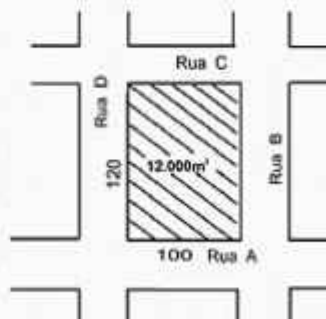
$$Vt = Kt \cdot \sqrt{S \; x \; N.(a_1 \; x \; q_1^{\;2} + a_2 \; x \; q_2^{\;2} + a_3 \; x \; q_3^{\;2})} =$$

$$Vt = 1,1892 \cdot \sqrt{8.500 \; x \; 35(100 x \overline{800}^{\,2} + 90 \; x \; \overline{800}^{\,2} + 80 \; x \; \overline{600}^{\,2})}$$

Vt = R$ 7.954.672,00

EXEMPLO Nº 19

Calcular o valor e o preço médio unitário do terreno abaixo, com as seguintes características:

Terreno de quadra inteira (quatro frentes), plano, horizontal e no nível das ruas; solo firme e seco; área efetiva de 12.000 m², situado em loteamento residencial devidamente urbanizado, onde o "lote-padrão" mede 10 x 40 m e o preço unitário em vigor é de R$ 100,00/m².

Solução:

a – Testada equivalente:

Como o preço unitário é igual no pólo de influência, a testada principal (a_1) é a de maior extensão (Rua B ou Rua D):

$$A = a_1 + a_2 \left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2 + a_3 \left(\frac{q_3}{q_1}\right)^2 + a_4 \left(\frac{q_4}{q_1}\right)^2$$

$$= 120 + 100\left(\frac{100}{100}\right)^2 + 120\left(\frac{100}{100}\right)^2 + 100\left(\frac{100}{100}\right)^2 = 440\,m$$

b – Profundidade equivalente:

$$f_1 = \frac{S}{A} = \frac{12.000}{440} = 27{,}27\ m \quad < N\ (= 40\ m)$$

c – Valor do terreno:

Como $N/2 < f_1 < N$, devemos adotar a fórmula (18), que contém o fator vantagem, e acrescentar o fator esquina sobre a área aplicável:

$$Vt = Ke\ .\ (Kv \times q_1 \times S \times \sqrt{\frac{f_1}{N}})$$

Fator vantagem:

$$Kv = \left(\frac{N}{f_1}\right)^{0,75} = \left(\frac{40}{27{,}27}\right)^{0,75} = 1{,}3328$$

Fator esquina (100% de Ke = 1,10):

Como o terreno tem quatro esquinas e está situado em zona residencial, a área aplicável será:

$$\frac{4 x 400 m^2}{12.000 m^2} = 0,1333$$ → 13,33% x 0,10 = 0,0133

Ke = 1,0133

Donde:

$$Vt = 1,0133 \, x \left(1,3328 \, x 100 \, x 12.000 \, x \sqrt{\frac{27,27}{40}} \right) =$$

Vt= R$ 1.338.125,00

d – Preço médio unitário:

qm = $\frac{Vt}{S} = \frac{1.338.125}{12.000} =$

qm = R$ 111,51/m²

Observação:

Se, em lugar da fórmula de Harper-Berrini, tivéssemos aplicado a fórmula genérica (10), teríamos:

Vt = Ke . $\sqrt{S \, x \, N.(a_1 \, x \, q_1{}^2 + a_2 \, x \, q_2{}^2 + a_3 \, x \, q_3{}^2 + a_4 \, x \, q_4{}^2)}$

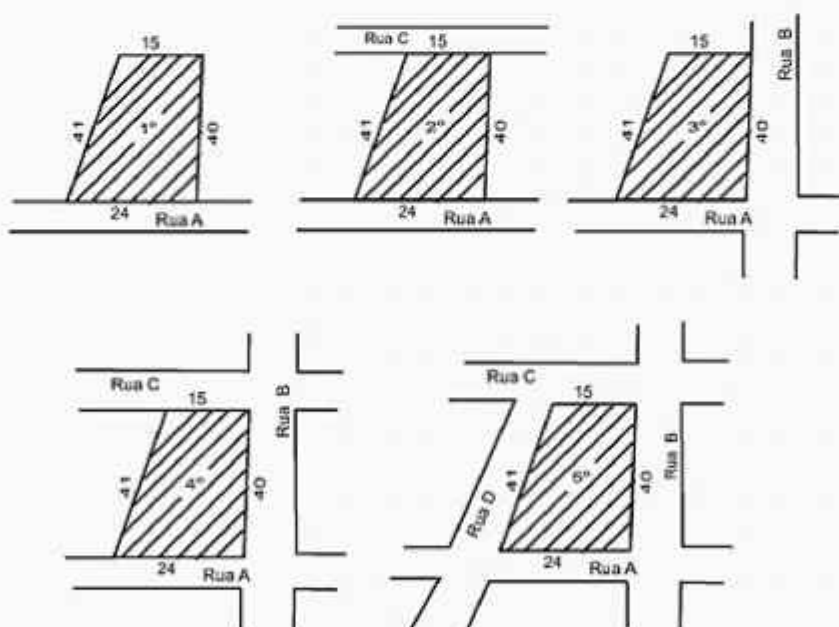
$$Vt = 1{,}0133 \sqrt{12.000 \, x \, 40(120 \, x \, \overline{100}^2 + 100 \, x \, \overline{100}^2 + 120 \, x \, 100^2 + 100 \, x \, \overline{100^2})}$$

Vt = R$ 1.472.600,00

Como vemos, esse é um valor bem acima do encontrado pela fórmula (18), o que já era de se esperar porque deu $f_1 < N$.

EXEMPLO Nº 20

Calcular os valores e os preços médios unitários de um mesmo terreno nas cinco condições abaixo e com as seguintes características:

Terreno plano, horizontal e no nível da(s) rua(s); área efetiva de 780 m²; terreno firme e seco; Zona Residencial, onde o "fundo-padrão" é de 30 m e o preço unitário apurado pela pesquisa é de R$ 250,00/m².

Solução:

1º TERRENO: (meio de quadra e frente única)

a – Profundidade equivalente:

$$f = \frac{S}{ap} = \frac{780}{23,41} = 33,32\ m$$ > N (= 30 m)

b – Valor do terreno:

Como N < f < 2N, devemos adotar a fórmula (7):

Vt = q x N x $\sqrt{\frac{N}{f}} = 250x780\sqrt{\frac{30}{33,32}}$

Vt = R$ 185.030,00

c – Preço médio unitário

qm = $\frac{Vt}{S} = \frac{185.030}{780}$

qm = R$ 237,22/m²

2º TERRENO: (meio de quadra e com duas frentes)

a – Testada equivalente:

$$A = a_1 + a_3\left(\frac{q_3}{q_1}\right)^2 = 23,41 + 15\left(\frac{250}{250}\right)^2 = 38,41\ m$$

b – Profundidade equivalente:

$$f_1 = \frac{S}{A} = \frac{780}{38{,}41} = 20{,}31\ m \qquad < N\ (= 30\ m)$$

c – Valor do terreno:

Como $N/2 < f_1 < N$, devemos adotar a fórmula (18), que contém o fator vantagem.

$$Vt = Kv \times q_1 \times S \times \sqrt{\frac{f_1}{N}}$$

Fator vantagem:

$$Kv = \left(\frac{N}{f_1}\right)^{0,75} = \left(\frac{30}{20{,}31}\right)^{0,75} = 1{,}3399$$

Donde:

$$Vt = 1{,}3399 \times 250 \times 780 \times \sqrt{\frac{20{,}31}{30}}$$

Vt = R$ 214.981,00

d – Preço médio unitário:

$$qm = \frac{Vt}{S} = \frac{214.981}{780}$$

qm = R$ 275,61 m^2

3º TERRENO: (de esquina)

a – Testada equivalente:

$$A = a_1 + a_2\left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2 = 40 + 23,41\left(\frac{250}{250}\right)^2 = 63,41\ m$$

b – Profundidade equivalente:

$$f_1 = \frac{S}{A} = \frac{780}{63,41} = 12,30\ m \qquad < N/2\ (= 15\ m)$$

c – Valor do terreno:

Como $f_1 < N/2$, devemos adotar a fórmula (19), que contém o fator vantagem, e acrescentar o fator esquina até a área do "lote-padrão" (10 x 30 = 300 m²):

Vt = Ke (Kv x 0,7071 x q_1 x S)

Fator vantagem:

$$Kv = \left(\frac{N}{f_1}\right)^{0,75} = \left(\frac{30}{15}\right)^{0,75} = 1,6818 \qquad \text{(limite)}$$

Fator esquina (100% de Ke = 1,10):

Área aplicável = 300 m²

Área do terreno = 780 m²

Então:

$$\frac{300}{780} = 0{,}3846 \rightarrow 38{,}46\% \times 0{,}10 = 0{,}03846$$

Ke = 1,0385

Donde:

Vt = 1,0385 . (1,6818 x 0,7071 x 250 x 780)

Vt = R$ 240.822,00

d – Preço médio unitário:

$$qm = \frac{240.822{,}00}{780}$$

qm = 308,74/m²

4º TERRENO (com três frentes)

a – Testada equivalente:

$$A = a_1 + a_2\left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2 + a_3\left(\frac{q_3}{q_1}\right)^2 = 40 + 23{,}41\left(\frac{250}{250}\right)^2 + 15\left(\frac{250}{250}\right)^2 = 78{,}41\ m$$

b – Profundidade equivalente:

$$f_1 = \frac{S}{A} = \frac{780}{78,41} = 9,95\ m \qquad < N/2\ (= 15\ m)$$

c – Valor do terreno:

Como f_1 < N/2, devemos adotar a fórmula (19), que contém o fator vantagem, e acrescentar o fator esquina até a área de 2 x 300 m².

Vt = Ke (Kv x 0,7071 x q_1 x S)

Fator vantagem:

$$Kv = \left(\frac{N}{f_1}\right)^{0,75} = \left(\frac{30}{15}\right)^{0,75} = 1,6818 \qquad \text{(limite)}$$

Fator esquina (100% de Ke = 1,10):

Área aplicável = 2 (10 x 30) = 600 m²

Área do terreno = 780 m²

Então:

$$\frac{600}{780} = 0,7692 \rightarrow 76,92\ \%\ \text{x}\ 0,10 = 0,07692$$

Ke = 1,0769

Donde:

Vt = 1,0769 . (1,6818 x 0,7071 x 250 x 780)

Vt = R$ 249.726,00

d – Preço médio unitário:

qm = $\dfrac{Vt}{S} = \dfrac{249.726,00}{780}$

qm = R$ 320,16/m²

5º TERRENO (com quatro frentes)

a – Testada equivalente:

$$A = a_1 + a_2\left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2 + a_3\left(\frac{q_3}{q_1}\right)^2 + a_4\left(\frac{q_4}{q_1}\right)^2$$

$$= 40,00 + 40\left(\frac{250}{250}\right)^2 + 23,41\left(\frac{250}{250}\right)^2 + 15\left(\frac{250}{250}\right)^2 = 118,41\ m$$

b – Profundidade equivalente:

f_1 = $\dfrac{S}{A} = \dfrac{780}{118,41} = 6,59\ m$ < N/2 (= 15 m)

c – Valor do terreno:

Como f_1 < N/2, devemos adotar a fórmula (19), que contém o fator vantagem, e acrescentar o fator esquina, integralmente aplicável, já que 780 < 4 x 300 m² (4 esquinas):

$Vt = Ke \cdot (Kv \times 0{,}7071 \times q_1 \times S)$

Fator vantagem:

$$Kv = \left(\frac{N}{f_1}\right)^{0,75} = \left(\frac{30}{15}\right)^{0,75} = 1{,}6818 \qquad \text{(limite)}$$

Fator esquina:

Ke = 1,10 (Zona Residencial)

Donde:

Vt = 1,10 (1,6818 x 0,7071 x 250 x 780)

Vt = R$ 255.083,00

d – Preço médio unitário:

$$qm = \frac{Vt}{S} = \frac{255.083}{780}$$

qm = R$ 327,03/m²

Resumo dos resultados:

IMÓVEL	CARACTERÍSTICA	qm
1º terreno	frente única	237,22/m²
2º terreno	duas frentes	275,61/m²
3º terreno	de esquina	308,74/m²
4º terreno	três frentes	320,16/m²
5º terreno	quatro frentes	327,03/m²

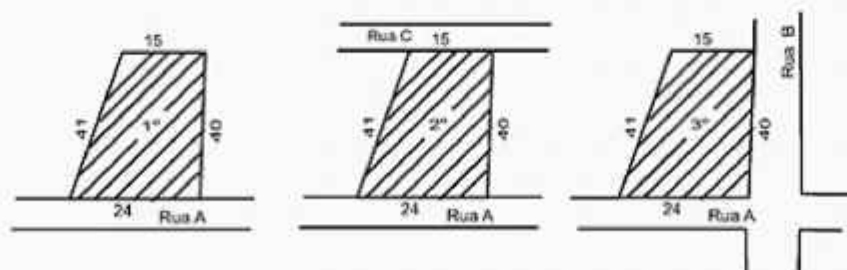
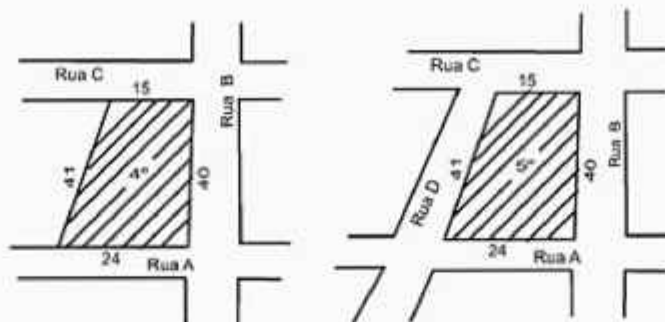
EXEMPLO Nº 21

Calcular os valores e os preços médios unitários de um mesmo terreno nas cinco condições abaixo e com as seguintes características:

Terreno plano, horizontal e no nível da(s) rua(s); área efetiva de 780 m²; terreno firme e seco; Zona Comercial, onde o "fundo-padrão" é de 30 m e a testada referencial é de 8 m.

Os preços unitários do pólo de influência apurados pela pesquisa são:

Rua A: q_1= R$ 250,00/m²; Rua B: q_2= R$ 200,00/m²;

Rua C: q_3= R$ 150,00/m²; Rua D: q_4= R$ 120,00/m².

Solução:

1º TERRENO: (meio de quadra e frente única)

a – Profundidade equivalente:

f = $\dfrac{S}{ap} = \dfrac{780}{23,41} = 33,32\ m$ > N (= 30 m)

b – Valor do terreno:

Como N < f < 2 N, devemos adotar a fórmula (7), acrescida do fator testada:

Vt = Kt. (q x S x $\sqrt{\dfrac{N}{f}}$)

Fator testada:

Kt = $\sqrt[4]{\dfrac{a}{r}}$ = $\left(\dfrac{23,41}{8}\right)^{0,25} = 1,3079$ → 1,1892 (limite)

Donde:

Vt = 1,1892 (250 x 780 x $\sqrt{\frac{30}{33,32}}$)

Vt = R$ 220.038,00

c – Preço médio unitário:

qm = $\frac{220.038}{780}$

qm = R$ 282,10/m²

2º TERRENO (meio de quadra com duas frentes)

a – Testada equivalente:

$$A = a_1 + a_3\left(\frac{q_3}{q_1}\right)^2 = 23,41 + 15\left(\frac{150}{250}\right)^2 = 28,81\ m$$

b – Profundidade equivalente:

f_1 = $\frac{S}{A} = \frac{780}{28,81} = 27,07\ m$ < N (= 30 m)

c – Valor do terreno:

Como $N/2 < f_1 < N$, devemos adotar a fórmula (18), que contém o fator vantagem, e acrescentar o fator testada equivalente:

$$Vt = Kt\ (Kv \times q_1 \times S \times \sqrt{\frac{f_1}{N}}\ )$$

Fator vantagem:

$$Kv = \left(\frac{N}{f_1}\right)^{0,75} = \left(\frac{30}{27,07}\right)^{0,75} = 1,0801$$

Fator testada equivalente:

$$Kt = \sqrt[4]{\frac{A}{r}} = \left(\frac{28,81}{8}\right)^{0,25} = (3,60)^{0,25} \rightarrow 1,3774 \rightarrow 1,1892 \text{ (limite)}$$

Donde:

$$Vt = 1,1892\ .\ (1,0801 \times 250 \times 780 \times \sqrt{\frac{27,07}{30}}\ )$$

Vt = R$ 237.923,00

d – Preço médio unitário:

$$qm = \frac{237.923}{780}$$

qm = R$ 305,03/m²

3º TERRENO (de esquina):

a – Testada equivalente:

$$A = a_1 + a_2\left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2 = 23,41 + 40\left(\frac{200}{250}\right)^2 = 49,01\ m$$

b – Profundidade equivalente:

$$f_1 = \frac{S}{A} = \frac{780}{49,01} = 15,91\ m \qquad < N\ (= 30\ m)$$

c – Valor do terreno:

Como $N/2 < f_1 < N$, devemos adotar a fórmula (18), que contém o fator vantagem, e acrescentar o fator testada equivalente:

$$Vt = Kt\ (Kv \times q_1 \times S \times \sqrt{\frac{f_1}{N}})$$

Fator vantagem:

$$Kv = \left(\frac{N}{f_1}\right)^{0,75} = \left(\frac{30}{15,91}\right)^{0,75} = 1,6091$$

Fator testada equivalente:

$$Kt = \sqrt[4]{\frac{A}{r}} = \left(\frac{49,01}{8}\right)^{0,25} = 1,5733 \quad \rightarrow 1,1892\ \text{(limite)}$$

Donde:

$$Vt = 1,1892\ (1,6091 \times 250 \times 780\ \sqrt{\frac{15,91}{30}})$$

Vt = R$ 271.736,00

d – Preço médio unitário:

$$qm = \frac{271.736}{780}$$

qm = R$ 348,38/m²

4º TERRENO (com três frentes):

a – Testada equivalente:

$$A = a_1 + a_2\left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2 + a_3\left(\frac{q_3}{q_1}\right)^2 = 23,41 + 40\left(\frac{200}{250}\right)^2 + 15\left(\frac{150}{250}\right)^2 = 54,41\ m$$

b – Profundidade equivalente:

$$f_1 = \frac{S}{A} = \frac{780}{54,41} = 14,33\ m \qquad < N/2\ (= 15\ m)$$

c – Valor do terreno:

Como f_1 < N/2, devemos adotar a fórmula (19), que contém o fator vantagem, e acrescentar o fator testada equivalente:

Vt = Kt . (Kv x 0,7071 x q_1 x S)

Fator vantagem:

$$Kv = \left(\frac{N}{f_1}\right)^{0,75} = \left(\frac{30}{15}\right)^{0,75} = 1,6818 \qquad \text{(limite)}$$

Fator testada equivalente:

$$Kt = \sqrt[4]{\frac{A}{r}} = \left(\frac{54,41}{8}\right)^{0,25} = 1,6149 \qquad \rightarrow 1,1892 \text{ (limite)}$$

Donde:

Vt = 1,1892 . (1,6818 x 0,7071 x 250 x 780)

Vt = R$ 275.768,00

d – Preço médio unitário:

$$qm = \frac{Vt}{S} = \frac{275.768}{780}$$

qm = R$ 353,54/m²

5º TERRENO (com quatro frentes):

a – Testada equivalente:

$$A = a_1 + a_2\left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2 + a_3\left(\frac{q_3}{q_1}\right)^2 + a_4\left(\frac{q_4}{q_1}\right)^2$$

$$= 23,41 + 40\left(\frac{200}{250}\right)^2 + 15\left(\frac{150}{250}\right)^2 + 40,00\left(\frac{120}{250}\right)^2 = 63,63\ m$$

b – Profundidade equivalente:

$f_1 = \dfrac{S}{A} = \dfrac{780}{63,63} = 12,26\ m$ < N/2 (= 15 m)

c – Valor do terreno:

Como f_1 < N/2, devemos adotar a fórmula (19), que contém o fator vantagem, e acrescentar o fator testada equivalente.

Vt = Kt . (Kv x 0,7071 x q_1 x S)

Fator vantagem:

$Kv = \left(\dfrac{N}{f_1}\right)^{0,75} = \left(\dfrac{30}{15}\right)^{0,75} = 1,6818$ (limite)

Fator testada equivalente:

$$Kt = \sqrt[4]{\frac{A}{r}} = \sqrt[4]{\frac{63,63}{8}} = (7,95)^{0,25} \rightarrow 1,6794 \rightarrow 1,1892 \text{ (limite)}$$

Donde:

Vt = 1,1892 (1,6818 x 0,7071 x 250 x 780)

Vt = R$ 275.768,00

d – Preço médio unitário:

$$qm = \frac{Vt}{S} = \frac{275.768}{780}$$

qm = 353,54/m²

Resumo dos resultados:

IMÓVEL	CARACTERÍSTICA	qm
1º terreno	frente única	282,10/m²
2º terreno	duas frentes	305,03/m²
3º terreno	de esquina	348,38/m²
4º terreno	três frentes	353,54/m²
5º terreno	quatro frentes	353,54/m²

EXEMPLO Nº 22

Um terreno medindo 10 x 35 m, situado em meio de quadra de um loteamento residencial onde o "fundo-padrão" é de 40 m, foi vendido por R$ 81.848,00. Calcular o "preço unitário" vigente nesse loteamento, sabendo-se que o somatório dos fatores de valorização desse terreno é 1 (Σ K = 1,0000).

Solução:

a – Profundidade equivalente:

$$f = \frac{S}{ap} = \frac{350}{10} = 35{,}00\ m \quad < N\ (= 40)$$

b – Valor do preço unitário na zona:

Como N/2 < f < N, devemos adotar a fórmula (8):

$$Vt = q \times S \times \sqrt{\frac{f}{N}}$$

Substituindo pelos valores, vem:

$$81.848 = q \times 350 \times \sqrt{\frac{35}{40}}$$

Donde:

$$q = \frac{81.848}{350x\sqrt{\frac{35}{40}}} = \frac{81.848}{327{,}39}$$

q = R$ 250,00/m²

EXEMPLO Nº 23

Calcular o preço unitário vigente em uma Zona Comercial central onde não são exigidos recuos de frente e laterais, o "fundo-padrão" é de 35 m, a testada referencial é de 8 m, sabendo-se que no mês em curso foi vendido à vista um terreno nessa zona por R$ 200.000,00 com as seguintes características:

Dimensões:

10,00 m x 30,00 m;

Meio de quadra;

Testada no nível da rua;

Solo firme e seco;

Aclive de 20%.

Solução:

a – Profundidade equivalente:

$$f = \frac{S}{ap} = \frac{300}{10} = 30{,}00\,m \quad < N\ (= 35)$$

b – Valor do preço unitário na zona:

Como N/2 < f < N, devemos adotar a fórmula (8) acrescida do somatório dos fatores inclinação e testada:

$$Vt = \Sigma\, K\, (q \times S \times \sqrt{\frac{f}{N}}\,)$$

Fator inclinação:

Do gráfico de Ki, tiramos: para A = 20%, Ki = 0,90.

Fator testada:

$$Kt = \sqrt[4]{\frac{a}{r}} = \left(\frac{10}{8}\right)^{0,25} = 1{,}0574$$

Donde:

Σ K = Ki + Kt – (n-1) = 0,90 + 1,0574 – 2 + 1 = 0,9574

Substituindo, vem:

$$200.000 = 0{,}9574 \,.\, (q \times 300 \times \sqrt{\frac{30}{35}})$$

$$q = \frac{200.000}{0{,}9574 x 300 x \sqrt{\frac{30}{35}}} = \frac{200.000}{265{,}91}$$

q = R$ 752,12/m²

Observação:

Os resultados dos exercícios 22 e 23 não são confiáveis porque tiveram origem em apenas <u>um único elemento,</u> que pode conter um ou mais dados discrepantes, os quais irão provocar imprecisões (para mais ou para menos) na avaliação eventual de outros terrenos da zona.

Essas imprecisões são corrigidas com pesquisas de coleta de dados de vários terrenos similares da zona, de onde sairá o preço unitário vigente (com limites de confiança de 20% ou 30%, ou após tratamento estatístico), conforme exemplos a seguir.

EXEMPLO Nº 24

Calcular o preço unitário vigente em uma Zona Residencial onde o "fundo-padrão" é de 40 m, com base na coleta de dados abaixo, obtida pela pesquisa de valores de mercado na Zona e no mês corrente.

Dados \ Elemento	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5
Endereço	Rua A	Rua B	Trav. C	Av. D	Rua E
Dimensões	10 x 30 = 300 m²	12 x 30 = 360 m²	10 x 36 = 360 m²	9 x 50 = 450 m²	10 x 42 = 420 m²
Fonte	Classif.	Classif.	Vendido	Imobil.	Placa
Preço à vista	37.000,00	52.000,00	40.000,00	70.000,00	75.000,00
Inclinação	D = 10%	-	A = 20%	-	-
Salubridade	seco	úmido	seco	alagadiço	seco

Solução:

1 – Preços unitários homogeneizados da amostra:

Elemento E_1:

Profundidade equivalente:

$$f = \frac{S}{ap} = \frac{300}{10} = 30{,}00\,m \quad < N\ (= 40)$$

Como N/2 < f < N, devemos adotar a fórmula (8), acrescida do fator inclinação. Outrossim, o preço deve ser reduzido de 10% (praxe conhecida por "fator fonte") por se tratar de valor de mercado em oferta:

$$Vt = Ki \cdot \left(q \times S \times \sqrt{\frac{f}{N}}\right)$$

Fator inclinação: para D = 10% → Ki = 0,90

Donde:

$$0{,}90 \times 37.000 = 0{,}90 \left(q \times 300 \times \sqrt{\frac{30}{40}}\right)$$

$$q\,(E_1) = \frac{0{,}90x37.000}{0{,}90x300x\sqrt{\frac{30}{40}}} = 142{,}41/m^2$$

Elemento E_2:

Profundidade equivalente:

$$f = \frac{S}{ap} = \frac{360}{12} = 30{,}00\,m < N\,(= 40)$$

Como N/2 < f < N, devemos adotar a fórmula (8) acrescida do fator salubridade, além de reduzir o preço em 10% (terreno em oferta).

$$Vt = Ks \cdot (q \times S \times \sqrt{\frac{f}{N}})$$

Fator salubridade: para terreno úmido, Ks = 0,80.

Donde:

$$0{,}90 \times 52.000 = 0{,}80\ (q \times 360 \times \sqrt{\frac{30}{40}})$$

$$q\ (E_2) = \frac{0{,}90x52.000}{0{,}80x360x\sqrt{\frac{30}{40}}} = 187{,}64/m^2$$

Elemento E_3:

Profundidade equivalente:

$$f = \frac{S}{ap} = \frac{360}{10} = 36{,}00\ m < N\ (= 40)$$

Como N/2 < f < N, devemos adotar a fórmula (8), acrescida do fator inclinação e sem redução do preço:

$$Vt = Ki \cdot (q \times S \times \sqrt{\frac{f}{N}})$$

Fator inclinação: para A = 20% , Ki = 0,90.

Donde:

$$1,00 \times 40.000 = 0,90\ (q \times 360 \times \sqrt{\frac{36}{40}})$$

$$q\ (E_3) = \frac{1,00x40.000}{0,90x360x\sqrt{\frac{36}{40}}} = 130,13/m^2$$

Elemento E_4:

Profundidade equivalente:

$$f = \frac{S}{ap} = \frac{450}{9} = 50,00\,m \quad > N\ (= 40)$$

Como $N < f < 2N$, devemos adotar a fórmula (7), acrescentar o fator salubridade e reduzir o preço em 10%.

$$Vt = Ks\,.\,(q\ x\ S\ x\ \sqrt{\frac{N}{f}})$$

Fator salubridade: para terreno alagadiço, Ks = 0,70.

Donde:

$0{,}90 \times 70.000 = 0{,}70\ (q \times 450 \times \sqrt{\frac{40}{50}}\ )$

$$q\ (E_4) = \frac{0{,}90x70.000}{0{,}70x450x\sqrt{\frac{40}{50}}} = 223{,}61/m^2$$

Elemento E_5:

Profundidade equivalente:

$$f = \frac{S}{ap} = \frac{420}{10} = 42{,}00\ m \quad > N\ (= 40)$$

Como N < f < 2 N, devemos aplicar a fórmula (7) e reduzir o preço em 10%:

$$Vt = q \times S\ \sqrt{\frac{N}{f}}$$

Donde:

$$0{,}90 \times 75.000 = q \times 420 \times \sqrt{\frac{40}{42}}$$

$$q\ (E_5) = \frac{0{,}90x75.000}{420x\sqrt{\frac{40}{42}}} = 164{,}68/m^2$$

2 – Preço unitário médio:

Média aritmética = (142,41 + 187,64 + 130,13 + 223,61 + 164,68) ÷ 5 =

$$\frac{848,47}{5} = 169,69/m^2$$

3 – Média saneada, admitindo limites de confiança de 20%:

Limite superior: 169,69 + 20% = 203,63/m²

Limite inferior: 169,69 – 20% = 135,75/m²

Logo, deverão ser excluídos da amostra os elementos E_3 (= 130,13/m²) e E_4 (= 223,61/m²), que extrapolaram os limites de confiança de 20%.

Então, a média saneada será:

$$q = \frac{142,41 + 187,64 + 164,68}{3}$$

q = R$ 164,91/m²

EXEMPLO Nº 25

Calcular o preço unitário vigente em uma Zona Residencial, pelo Critério de Chauvenet, onde o "fundo-padrão" é de 40 m, sabendo-se que os preços unitários de oito terrenos pesquisados no local, após a homogeneização, deram os seguintes resultados:

Elem.	q (/m²)	Elem.	q(/m²)
E_1	121,70	E_5	196,50
E_2	114,30	E_6	149,90
E_3	102,60	E_7	120,00
E_4	136,40	E_8	140,20

Solução:

1º – Média aritmética:

$$\overline{X} = \frac{\sum Xi}{n} = (121{,}70 + 114{,}30 + 102{,}60 + 136{,}40 + 196{,}50 + 149{,}900 +$$

$$120{,}00 + 140{,}20) \div 8 = \frac{1.081{,}60}{8} = 135{,}20 / m^2$$

2º – Desvio Padrão:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (Xi - \overline{X})^2}{n-1}}$$

$$\Sigma (Xi - \overline{X})^2 = (121,70 - 135,20)^2 + (114,30 - 135,20)^2 + (102,60 - 135,20)^2 + (136,40 - 135,20)^2 + (196,50 - 135,20)^2 + (149,90 - 135,20)^2 + (120,00 - 135,20)^2 + (140,20 - 135,20)^2 = 5.913,08$$

$n - 1 = 8 - 1 = 7$

Donde:

$$S = \sqrt{\frac{5.913,08}{7}} = 29,06$$

3º – Cálculo de ρ m:

$$\rho\, m = \frac{Xs - \overline{X}}{S} = \frac{196,50 - 135,20}{29,06} = \frac{61,30}{29,06} = |\, 2,11\, |$$

4º – Comparação:

Da tabela de Chauvenet (item 9.3), tiramos:

Para n = 8 $\rightarrow \rho$ crit. = 1,86

Como ρ m > ρ crit., devemos excluir o Elemento E_5 (= 196,50/m²) da amostra e reiniciar a operação com os sete elementos restantes:

1º – Média Aritmética:

$$\overline{X} = (121{,}70 + 114{,}30 + 102{,}60 + 136{,}40 + 149{,}90 + 120{,}00 + 140{,}20) \div 7 =$$

$$= \frac{885{,}10}{7} = 126{,}44/m^2$$

2º – Desvio Padrão:

$$\Sigma\,(Xi - \overline{X})^2 = (121{,}70 - 126{,}44)^2 + (114{,}30 - 126{,}44)^2 + (102{,}60 - 126{,}44)^2 + (136{,}40 - 126{,}44)^2 + (149{,}90 - 126{,}44)^2 + (120{,}00 - 126{,}44)^2 + (140{,}20 - 126{,}44)^2 = 1.618{,}58$$

$n - 1 = 7 - 1 = 6$

Donde:

$$S = \sqrt{\frac{1.618{,}58}{6}} = 16{,}42$$

3º – Cálculo de ρ m:

Pelo elemento maior:

$$\rho\text{ m} = \frac{Xs - \overline{X}}{S} = \frac{149{,}90 - 126{,}44}{16{,}42} = \frac{23{,}46}{16{,}42} = |\,1{,}43\,|$$

E, pelo elemento menor: $\dfrac{102,60-126,44}{16,42}=\dfrac{-23,84}{16,42}=|\,1,45\,|$

4º – Comparação:

Para n = 7 → ρ crit. = 1,80;

Como ρ m < ρ crit., não há mais dados discrepantes na amostra.

Logo, q = R$ 126,44/m².

Observação: Se o avaliador tivesse optado por limites de confiança de 30% em torno da média aritmética, teríamos:

Limite superior = 135,20 + 30% = 175,76/m² < 196,50/m²

Limite inferior = 135,20 – 30% = 94,64/m² < 102,60/m²

O resultado seria o mesmo: deveria ser excluído da amostra o Elemento E_5 (= 196,50/m²), que extrapolou o limite de confiança de 30%, obtendo-se para a média saneada:

q = (121,70 + 114,30 + 102,60 + 136,40 + 149,90 + 120,00 + 140,20) ÷ 7 =

= R$ 126,44/m²

Mas, se o avaliador tivesse adotado o limite de confiança de apenas 20%, teríamos:

Limite superior = 135,20 + 20% = 162,24/m² < 196,50/m²;

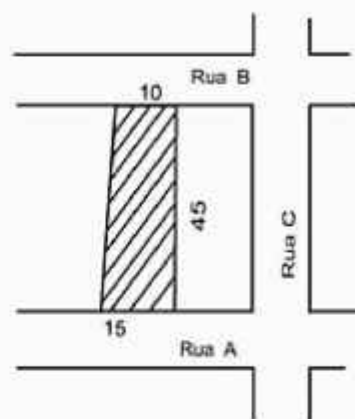
Limite inferior = 135,20 – 20% = 108,16/m² > 102,60/m².

Nesse caso, deveriam ser excluídos os elementos E_5 e E_3, que extrapolaram os limites superior e inferior, e a média saneada passaria a ser:

q = (121,70 + 114,30 + 136,40 + 149,90 + 120,00 + 140,20) ÷ 6 = 130,42/m²

EXEMPLO Nº 26

Calcular o valor e o preço médio unitário do terreno abaixo, com as seguintes características:

Terreno em meio de quadra, com duas frentes, plano e horizontal, com testadas no nível das ruas; solo úmido, Zona Comercial central, onde o "fundo-padrão" é de 35 m, a testada referencial é de 8 m, a taxa de ocupação na zona é de 85% e os recuos frontais em ambas as ruas são de 4 m.

Não se conhece o preço unitário vigente na zona.

Para possibilitar os cálculos, a imobiliária contratada, após pesquisa nas adjacências, forneceu ao avaliador o quadro abaixo, constante de cinco elementos com potencial de valorização igual ao do terreno avaliando.

Dados \ Elemento	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5
Endereço	Rua A	Rua B	Av. C	Rua D	Rua E
Dimensões	12 x 30 = 360 m²	15 x 40 = 600 m²	9 x 35 = 315 m²	15 x 45 = 675 m²	20 x 30 = 600 m²
Fonte	Classif.	Imobil.	Imobil.	Vendido	Vendido
Preço à vista	288.000,00	480.000,00	250.000,00	500.000,00	400.000,00
Inclinação	A = 20%	-	D = 33%	-	-
Salubridade	seco	úmido	seco	úmido	úmido
Testada referencial	8 m	8 m	8 m	8 m	8 m
Taxa de ocupação	85%	85%	85%	85%	85%
Recuos de frente	2 m	4 m	2 m	4 m	4 m
Recuos de fundos	2 m	2 m	2 m	2 m	2 m

Solução:

1 – Preços unitários homogeneizados da amostra:

Elemento E_1:

Profundidade equivalente:

$$f = \frac{S}{ap} = \frac{360}{12} = 30{,}00\,m \quad < N\ (= 35)$$

Valor do preço unitário:

Como N/2 < f < N, devemos adotar a fórmula (8), acrescida do somatório dos fatores inclinação, testada e aproveitamento, bem como reduzir o preço em 10% (praxe para imóveis em venda):

$$Vt = \Sigma K\ .\ (q \times S \times \sqrt{\frac{f}{N}}\,)$$

Fator inclinação: para A = 20%, Ki = 0,90;

Fator testada: $Kt = \left(\frac{12}{8}\right)^{0,25} = 1{,}1067$;

Fator aproveitamento:

T.O. = 85% = 0,85

$$t.o. = \frac{360 - 12x4}{360} = 0{,}8667$$

Ka = $\frac{t.o}{T.O.} = \frac{0,8667}{0,85}$ > 1 → Ka = 1,00

Então: Σ K = 0,90 + 1,1067 + 1,00 – (3-1) = 1,0067

Substituindo, teremos:

0,90 x 288.000 = 1,0067 . (q x 360 x $\sqrt{\frac{30}{35}}$)

$$q\,(E_1) = \frac{0,90\,x\,288.000}{1,0067\,x\,360\,x\sqrt{\frac{30}{35}}} = 772,51/m^2$$

Elemento E_2:

Profundidade equivalente:

$$f = \frac{S}{ap} = \frac{600}{15} = 40,00\,m$$ > N (= 35)

Valor do preço unitário:

Como N < f < 2 N, devemos adotar a fórmula (7), acrescida do somatório dos fatores salubridade, testada e aproveitamento, bem como reduzir o preço em 10%.

Vt = ΣK . (q x S x $\sqrt{\frac{N}{f}}$)

Fator salubridade: para terreno úmido, Ks = 0,80.

Fator testada: Kt = $\left(\frac{15}{8}\right)^{0,25} = 1,1702$

Fator aproveitamento:

T.O. = 0,85

t.o. = $\frac{600 - 15\,x\,6}{600} = 0,8500$

Ka = $\frac{t.o}{T.O.} = \frac{0,8500}{0,85} = 1,00$

Então:

ΣK = 0,80 + 1,1702 + 1,00 – (3-1) = 0,9702

Substituindo, vem:

0,90 x 480.000 = 0,9702 . (q x 600 x $\sqrt{\frac{35}{40}}$)

q (E_2) = $\frac{0,90\,x\,480.000}{0,9702\,x\,600\,x\sqrt{\frac{35}{40}}}$ = 793,35/m²

Elemento E_3:

Profundidade equivalente:

$f = \frac{S}{ap} = \frac{315}{9} = 35,00\,m$ = N

Valor do preço unitário:

Como f = N, podemos adotar a fórmula simplista, acrescida dos fatores inclinação, testada e aproveitamento, e devemos reduzir o preço em 10%.

$Vt = \Sigma K \cdot (q \times S)$

Fator inclinação: para D = 33%, Ki = 0,67.

Fator testada: $Kt = \left(\frac{9}{8}\right)^{0,25} = 1{,}0299.$

Fator aproveitamento:

T.O. = 0,85

$$t.o. = \frac{315 - 9x4}{315} = 0{,}8857$$

$$Ka = \frac{t.o.}{T.O.} = \frac{0{,}8857}{0{,}85} > 1{,}00 \rightarrow Ka = 1{,}00$$

Então:

$\Sigma K = 0{,}67 + 1{,}0299 + 1{,}00 - (3-1) = 0{,}6999$

Substituindo, vem:

$0{,}90 \times 250.000 = 0{,}6999 \cdot (q \times 315)$

$$q\,(E_3) = \frac{0{,}90\ x\ 250.000}{0{,}6999\ x\ 315} = 1.020{,}55/m^2$$

Elemento E_4:

Profundidade equivalente:

$$f = \frac{S}{ap} = \frac{675}{15} = 45{,}00\,m \qquad > N\ (= 35)$$

Valor do preço unitário:

Como N < f < 2N, devemos adotar a fórmula (7), acrescida dos fatores salubridade, testada e aproveitamento e sem redução do preço.

$$Vt = \Sigma K.\ (q \times S \times \sqrt{\frac{N}{f}}\ )$$

Fator salubridade: para terrenos úmidos, Ks = 0,80.

Fator testada: Kt = $\left(\frac{15}{8}\right)^{0,25} = 1{,}1702$.

Fator aproveitamento:

T.O. = 0,85

$$t.o. = \frac{675 - 15\ x\ 6}{675} = 0{,}8667$$

$$Ka = \frac{t.o.}{T.O.} = \frac{0,8667}{0,85} \quad > 1,00 \rightarrow Ka = 1,00$$

Donde:

$\Sigma K = 0,80 + 1,1702 + 1,00 - (3\text{-}1) = 0,9702$

Substituindo, vem:

$$1,00 \times 500.000 = 0,9702 \;.\; (q \times 675 \times \sqrt{\frac{35}{45}})$$

$$q\,(E_4) = \frac{1,00\,x\;500.000}{0,9702\,x\,675\,x\sqrt{\frac{35}{45}}} = 865,72/m^2$$

Elemento E_5:

Profundidade equivalente:

$$f = \frac{S}{ap} = \frac{600}{20} = 30,00\,m \quad < N\;(= 35)$$

Valor do preço unitário:

Como $N/2 < f < N$, devemos adotar a fórmula (8), acrescida dos fatores salubridade, testada e aproveitamento e sem reduzir o preço de venda.

$$Vt = \Sigma K.\;(q \times S \times \sqrt{\frac{f}{N}})$$

Fator salubridade: para terrenos úmidos, Ks = 0,80.

Fator testada: Kt = $\left(\frac{20}{8}\right)^{0,25} = (2,50)^{0,25} = 1,2574$ → Kt = 1,1892 (limite)

Fator aproveitamento:

T.O. = 0,85

$$\text{t.o.} = \frac{600 - 20 \; x \; 6}{600} = 0,8000$$

$$\text{Ka} = \frac{t.o.}{T.O.} = \frac{0,80}{0,85} = 0,9412$$

Donde:

Σ K = 0,80 +1,1892 + 0,9412 – (3-1) = 0,9304

Substituindo, vem:

$$1,00 \times 400.000 = 0,9304 \; . \; (q \times 600 \times \sqrt{\frac{30}{35}})$$

$$q \, (E_5) = \frac{1,00 \; x \; 400.000}{0,9304 \; x \; 600 \; x \sqrt{\frac{30}{35}}} = 773,95/m^2$$

2 – Preço unitário médio:

Média aritmética: (772,51 + 793,35 + 1.020,55 + 865,72 + 773,95) ÷ 5 =

$$= \frac{4.226,08}{5} = 845,21/m^2$$

3 – Média saneada com limites de confiança de 20%:

Limite superior: 845,21 + 20% = 1.014,25/m²;

Limite inferior = 845,21 – 20% = 676,16/m².

Deve ser excluído o Elemento E_3 (q = 1.020,55/m²), que extrapolou o limite superior.

A média saneada para o preço unitário da zona será:

$$q = \frac{772,51 + 793,35 + 865,72 + 773,95}{4}$$

q = R$ 801,38/m²

Uma vez conhecido o preço unitário da zona, podemos calcular o valor e o preço médio unitário do terreno avaliando:

a – Testada equivalente:

$$A = a_1 + a_2 \left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2 = 14,91 + 10\left(\frac{801,38}{801,38}\right)^2 = 24,91\ m$$

b – Profundidade equivalente:

$$f_1 = \frac{S}{A} = \frac{\frac{15+10}{2} x 45}{24,91} = \frac{562,50}{24,91} = 22,58\ m \qquad < N\ (=35)$$

c – Valor do terreno:

Como $N/2 < f_1 < N$, devemos adotar a fórmula (18), que contém o fator vantagem, acrescido dos fatores salubridade, testada equivalente e aproveitamento:

$$Vt = \Sigma K. (Kv \times q_1 \times S \times \sqrt{\frac{f_1}{N}})$$

Fator vantagem:

$$Kv = \left(\frac{N}{f_1}\right)^{0,75} = \left(\frac{35,00}{22,58}\right)^{0,75} = 1,3892$$

Fator salubridade: para terreno úmido, Ks = 0,80

Fator testada equivalente:

$$Kt = \left(\frac{A}{r}\right)^{0,25} = \left(\frac{24,91}{8,00}\right)^{0,25} = 1,3284 \quad > 1,1892\ Kt = 1,1892\ (\text{limite})$$

Fator aproveitamento:

T.O. = 85% = 0,85

$$t.o. = \frac{562,50-(15 x 4+10 x 4)}{562,50} = \frac{462,50}{562,50} = 0,8222$$

Ka = $\frac{t.o.}{T.O.} = \frac{0,8222}{0,85} = 0,9673$

Donde:

Σ K = 0,80 +1,1892 + 0,9673 – (3 – 1) =0,9565

E

Vt = 0,9565 . (1,3892 x 801,38 x 562,50 x $\sqrt{\frac{22,58}{35}}$)

Vt = R$ 481.104,00

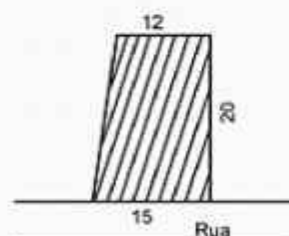
c – Preço médio unitário:

qm = $\frac{Vt}{S} = \frac{481.104}{562,50}$

qm = R$ 855,30/m²

EXEMPLO Nº 27

Calcular o valor e o preço médio unitário do terreno abaixo, com as seguintes características:

Terreno em meio de quadra, frente única, com testada no nível da rua, aclive de 15%, solo firme e seco, situado em Zona de Norma onde os limites da profundidade equivalente são 20 m e 40 m, a testada referencial é de 10 m e o preço unitário é de R$ 500,00/m².

Solução:

a – Profundidade equivalente:

$$f = \frac{S}{ap} = \frac{270}{14,83} = 18,20\ m \quad < \text{Mi } (= 20)$$

b – Valor do terreno:

Como Mi/2 < f < Mi, devemos adotar a fórmula (24), acrescida do somatório dos fatores de valorização:

$$Vt = \Sigma K \times q \times S \times \left(\frac{f}{Mi}\right)^{1/2}$$

Fator inclinação:

Do gráfico de Ki tiramos: para aclive de 15%, → Ki = 0,95.

Fator testada:

$$Kt = \left(\frac{14,83}{10}\right)^{0,25} = 1,1035$$

Donde:

$\Sigma K = Ki + Kt - (n-1) = 0,95 + 1,1035 - (2-1) = 1,0535$

Substituindo, vem:

$$Vt = 1{,}0535 \times 500 \times 270 \times \left(\frac{18{,}20}{20}\right)^{0{,}5}$$

Vt = R$ 135.672,00

c – Preço médio unitário:

$$qm = \frac{Vt}{S} = \frac{135.672{,}00}{270}$$

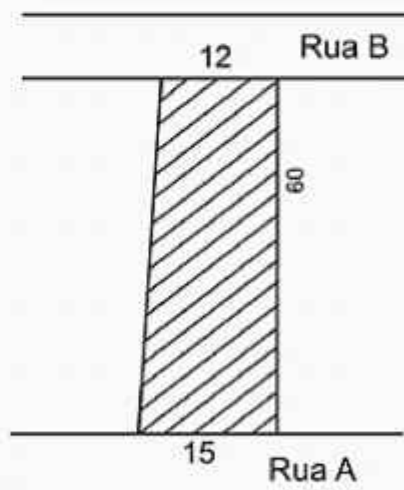
qm = R$ 502,48/m²

EXEMPLO Nº 28

Calcular o valor e o preço médio unitário do terreno abaixo, com as seguintes características:

Terreno em meio de quadra, com duas frentes, plano horizontal no nível das ruas; solo úmido, situado em Zona de Norma onde os limites da profundidade equivalente são 20 m e 40 m e em Zona Comercial onde a taxa de ocupação é de 90%, a testada referencial é de 10 m e o recuo frontal pela Rua A é de 6 m e pela B é de 4 m. Os preços unitários do pólo de influência apurados pela pesquisa são:

Rua A: R$ 800,00/m²;

Rua B: R$ 600,00/m²

Solução:

a – Testada equivalente:

$$A = a_1 + a_2\left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2 = 15{,}00 + 12\left(\frac{600}{800}\right)^2 = 21{,}75\, m$$

b – Profundidade equivalente:

$$f_1 = \frac{S}{A} = \frac{810}{21{,}75} = 37{,}24\, m$$ > Mi (= 20) e < Ma (= 40)

c – Valor do terreno:

Como Mi < f_1 < Ma, devemos adotar a fórmula (28) acrescida do somatório dos fatores de valorização:

Vt = Σ K x q_1 x S

Fator salubridade: para terreno úmido, o quadro de salubridade dá Ks = 0,80.

Fator aproveitamento:

T.O.: 90% = 0,90

t.o. = $$\frac{810{,}00 - (15x6 + 12x4)}{810} = 0{,}8296$$

Ka = $$\frac{t.o.}{T.O.} = \frac{0{,}8296}{0{,}90} = 0{,}9218$$

Fator testada equivalente:

$$Kt = \left(\frac{A}{r}\right)^{0,25} = \left(\frac{21,75}{10}\right)^{0,25} = 1,2144 \rightarrow 1,1892 \text{ (limite)}$$

Donde:

Σ K = Ks + Ka + Kt – (n – 1) = 0,80 + 0,9218 + 1,1892 – (3 – 1) = 0,9110

Substituindo, vem:

Vt = 0,9110 x 800 x 810

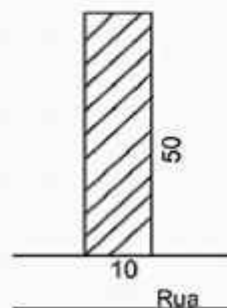
Vt = R$ 590.328,00

d – Preço médio unitário:

$$qm = \frac{Vt}{S} = \frac{590.328}{810}$$

qm = R$ 728,80/m²

EXEMPLO Nº 29

Calcular o valor e o preço médio unitário do terreno abaixo, sem fator de valorização, sabendo-se que ele está situado em Zona de Norma, onde o Ibape estabeleceu para a profundidade equivalente os limites de 20 m e 40 m e onde o preço unitário apurado pela pesquisa é de R$ 100,00/m².

Solução:

a – Profundidade equivalente:

$$f = \frac{S}{ap} = \frac{500}{10} = 50{,}00\,m \quad > \text{Ma } (= 40)$$

b – Valor do terreno:

Como Ma < f < 3 Ma, devemos adotar a fórmula (25) (sem fator de valorização):

$$Vt = q \times S \left[\frac{Ma}{f} + \left(1 - \frac{Ma}{f}\right)\left(\frac{Ma}{f}\right)^{n} \right]$$

Na ausência de mais dados, vamos adotar n = 1/2.

Então:

$$Vt = 100 \times 500 \, . \left[\frac{40}{50} + \left(1 - \frac{40}{50}\right)\left(\frac{40}{50}\right)^{1/2} \right]$$

Vt = 50.000 x 0,9789

Vt = R$ 48.944,00

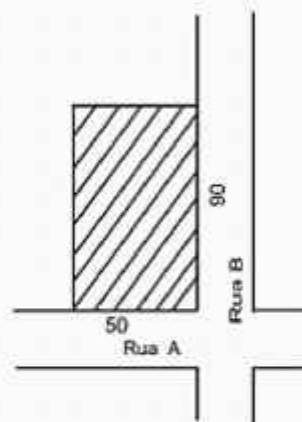
c – Preço médio unitário:

$$qm = \frac{Vt}{S} = \frac{48.944}{500}$$

qm = R$ 97,88/m²

EXEMPLO Nº 30

Calcular o valor e o preço médio unitário do terreno ao lado, com as seguintes características:

Terreno de esquina, plano, horizontal e no nível das ruas; solo úmido; Zona Comercial e de apartamentos de padrão médio, onde os recuos são de 4 m pela Rua A, 2 m pela Rua B e 2 m nos fundos, e a taxa de ocupação é de 90%; Zona de Norma onde o Ibape estabeleceu para profundidade equivalente os limites de 20 m e 40 m e os preços unitários do pólo de influência são de R$ 100,00/m² pela Rua A e R$ 60,00/m² pela Rua B.

Solução:

a – Testada equivalente:

$$A = a_1 + a_2\left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2 = 50 + 90\left(\frac{60}{100}\right)^2 = 82{,}40\ m$$

b – Profundidade equivalente:

$$f_1 = \frac{S}{A} = \frac{4.500}{82{,}40} = 54{,}61\ m \qquad > \text{Ma } (= 40)$$

c – Valor do terreno:

Como Ma < f_1 < 3 Ma, devemos adotar a fórmula (25), acrescida dos fatores de valorização, e admitir n = 0,5:

$$Vt = \Sigma K \times q_1 \times S \left[\frac{Ma}{f_1} + \left(1 - \frac{Ma}{f_1}\right)\left(\frac{Ma}{f_1}\right)^{0,5} \right]$$

Fatores intervenientes:

Fator salubridade: para terreno úmido, Ks = 0,80.

Fator aproveitamento:

T.O.: 90% = 0,90

$$t.o.: \frac{4.500 - (4\,x\,50\ + 2\,x\,86 + 2\,x\,48 + 2\,x\,84)}{4.500} = 0{,}8587$$

$$Ka = \frac{t.o.}{T.O.} = \frac{0{,}8587}{0{,}90} = 0{,}9541$$

Fator esquina (não há testada referencial):

$$Ke = \frac{(Z_2 + 20)\ x\ a_1\ x\ q_1 + a_2\ x\ q_2}{20\ x\ a_1\ x\ q_1}$$

$$Ke = \frac{(2 + 20)50\ x\ 100 + 90\ x\ 60}{20\ x\ 50\ x\ 100} = 1{,}1540$$

Donde:

Σ K = Ks + Ka + Ke – (n – 1) =

0,80 + 0,9541 + 1,1540 – (3 – 1) = 0,9081

Substituindo, teremos:

$$Vt = 0{,}9081 \times 100 \times 4.500 \cdot \left[\frac{40}{54{,}61} + \left(1 - \frac{40}{54{,}61}\right)\left(\frac{40}{54{,}61}\right)^{0{,}5} \right]$$

Vt = 408.645 x 0,9614

Vt = R$ 392.884,00

d – Preço médio unitário:

$$qm = \frac{Vt}{S} = \frac{392.884{,}00}{4.500}$$

qm = R$ 87,30/m²

Observação:

Se não houvesse Zona de Norma do Ibape na região, o "fundo-padrão" seria de 40 m e o valor do terreno seria calculado pela fórmula (14).

De fato, para $N < f_1 < 2N$, a fórmula a ser adotada seria a (14), acrescida do somatório dos fatores de valorização:

$$Vt = \Sigma K (q_1 \times S \cdot \sqrt{\frac{N}{f_1}})$$

Substituindo, teríamos:

$$Vt = 0{,}9081 \times 100 \times 4.500 \cdot \sqrt{\frac{40}{54{,}61}}$$

Vt = 408.645 x 0,8558

Vt = R$ 349.735,00

E

qm = $\dfrac{Vt}{S} = \dfrac{349.735{,}00}{4.500}$

qm = R$ 77,71/m²

Comparando os dois resultados, concluímos que a fórmula (25) do Ibape (oriunda da curva do diagrama adotado pelos engs. Rocha Medeiros, Enio Azambuja e Nélson Pereira Alonso) é mais "generosa" do que a fórmula (14) de Harper-Berrini (oriunda de limitações da curva do diagrama de Sir. Edgar Harper).

EXEMPLO Nº 31

Representar em um único gráfico as curvas dos "preços médios unitários" calculados pelas fórmulas de Harper, de Harper-Berrini, e do Ibape/SP, de quinze terrenos retangulares, que medem 10 m de frente e com "profundidades equivalentes", variando de 10 m a 150 m, e sabendo-se que:

a – O somatório dos "fatores de valorização" dos quinze terrenos é 1,0000;

b – O "fundo-padrão" na zona é de 40 m;

c – Os limites da "profundidade equivalente" definidos para a Zona de Norma do Ibape/SP são 20 m e 40 m;

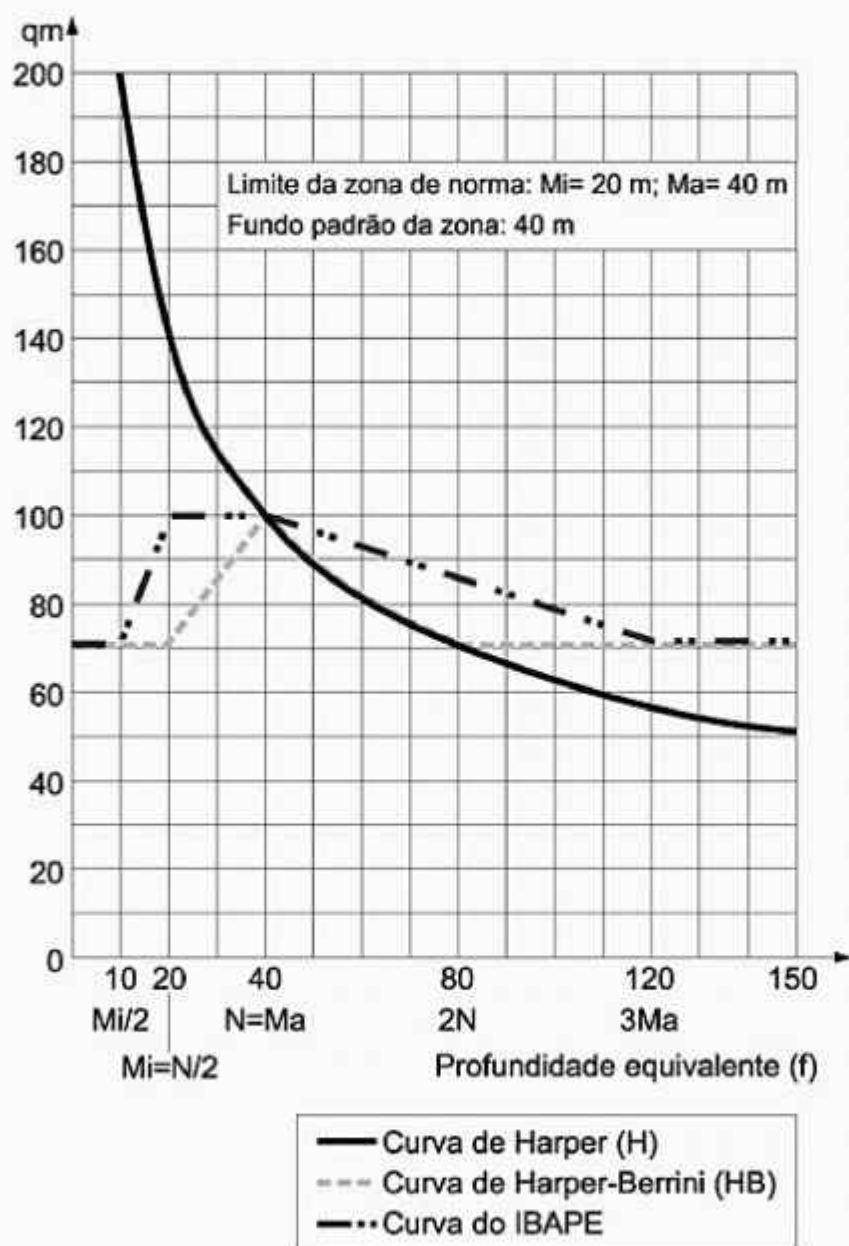
d – O "preço unitário" na zona é de R$ 100,00/m².

Solução:

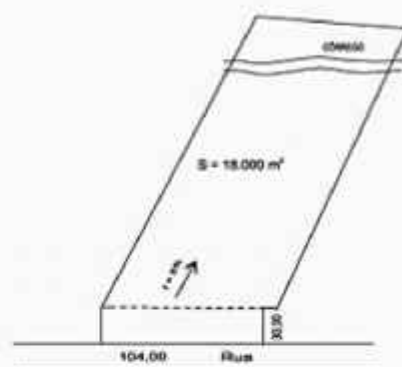
Com base nas fórmulas (2), (7), (8), (9), (23), (24), (25), (26) e (27), obtemos a planilha apresentada a seguir:

PLANILHA DE VALORES DE Vt e de qm

TER-RENO	DIMEN-SÕES	PROF. EQUIV.	VALORES (Vt)			PREÇOS MÉDIOS UNITÁRIOS (qm)		
		$\left(f = \frac{S}{a}\right)$	H	H – B	IBAPE	H	H – B	IBAPE
1	10 x 10 m 100 m²	10	20.000,00	7.071,00	7.071,00	200,00	70,71	70,71
2	10 x 20 m 200 m²	20	28.284,00	14.142,00	20.000,00	141,42	70,71	100,00
3	10 x 30 m 300 m²	30	34.641,00	25.980,00	30.000,00	115,47	86,60	100,00
4	10 x 40 m 400 m²	40	40.000,00	40.000,00	40.000,00	100,00	100,00	100,00
5	10 x 50 m 500 m²	50	44.721,00	44.721,00	48.944,00	89,44	89,44	97,89
6	10 x 60 m 600 m²	60	48.990,00	48.990,00	56.330,00	81,65	81,65	93,88
7	10 x 70 m 700 m²	70	52.915,00	52.915,00	62.678,00	75,59	75,59	89,54
8	10 x 80 m 800 m²	80	56.568,00	56.568,00	68.284,00	70,71	70,71	85,36
9	10 x 90 m 900 m²	90	60.000,00	63.639,00	73.333,00	66,67	70,71	81,48
10	10 x 100 m 1.000 m²	100	63.245,00	70.710,00	77.947,00	63,25	70,71	77,95
11	10 x 110 m 1.100 m²	110	66.332,00	77.781,00	82.211,00	60,30	70,71	74,74
12	10 x 120 m 1.200 m²	120	69.282,00	84.852,00	86.184,00	57,74	70,71	71,82
13	10 x 130 m 1.300 m²	130	72.111,00	91.923,00	93.366,00	55,47	70,71	71,82
14	10 x 140 m 1.400 m²	140	74.833,00	98.994,00	100.548,00	53,45	70,71	71,82
15	10 x 150 m 1.500 m²	150	77.460,00	106.065,00	107.730,00	51,64	70,71	71,82

GRÁFICO DAS TRÊS CURVAS

EXEMPLO Nº 32

Calcular o valor da gleba abaixo, situada em zona residencial onde o "fundo-padrão" é de 30 m e o preço unitário apurado pela pesquisa é de R$ 80,00/m².

A área efetiva da gleba tem 18.000 m², forma irregular semelhante a um trapézio, medindo 104,00 m de frente a uma rua pavimentada; tem um declive médio de 5% (caimento para os fundos); é cortada por um córrego com 90,00 m de extensão dentro da gleba e 2,00 m de largura média; o solo é firme e seco.

A urbanização prevista abrange implantação de redes de água, redes de esgotos, iluminação pública, iluminação domiciliar, guias de sarjetas e pavimentação.

Solução:

Na ausência de elementos de comparação, as despesas de urbanização serão definidas com o auxílio da tabela do eng. João Ruy Canteiro, apresentada no item 12.7.

Pela fórmula (36), temos:

$$Du = 0{,}5850 \times c \times q \times S$$

Da tabela do eng. Canteiro, tiramos:

$$c = 0{,}15 + 0{,}10 + 0{,}05 + 0{,}15 + 0{,}10 + 0{,}30 = 0{,}85$$

Com relação à área a lotear:

Temos 104 m de frente pela rua que dá acesso à gleba. Subtraindo a rua a projetar (14 m x 30 m), que servirá de acesso à gleba, sobram 90 m de frente = 9 lotes (10 m x 30 m) = 2.700 m², que devem ser considerados como áreas loteadas.

Assim sendo, teremos:

$S = 18.000 - 2.700 = 15.300\ m^2$ (área efetiva a lotear)

Donde:

$Du = 0,5850 \times 0,85 \times 80 \times 15.300$

Du = R$ 608.634,00 (valor das despesas de urbanização)

Por sua vez, o valor da gleba a lotear será obtido pela fórmula (35), acrescida dos fatores de valorização:

$V_G = \Sigma K\ (1 - c)\ 0,5764 \times q \times S$

Fatores de valorização:

a – fator inclinação, para um declive de 5%, Ki = 0,95;

b – fator acessibilidade, para condução próxima, Kc = 1,02.

Então:

$\Sigma K = 0,95 + 1,02 - (2\text{-}1) = 0,97$

Donde:

$V_G = 0,97\ (1\text{-}0,85)\ .\ 0,5764 \times 80 \times 15.300$

V_G = R$ 102.652,00

Do valor citado, ainda deverá ser subtraída a depreciação da faixa do córrego que corta a gleba (Dep. = 20%).

Área depreciada = 90,00 (5,00 + 2,00 + 5,00) = 1.080 m²

$$\frac{1.080}{15.300} = 0,0706$$

7,06 % = faixa depreciada

92,94 = área restante

Então:

V_G = 92,94% x 102.652 + 7,06% (102.652 – 20%)

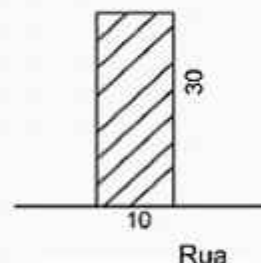
V_G = 95.405 + 5.798

Donde:

V_G = R$ 101.203,00 (valor da gleba bruta loteável, isto é, descontados os nove lotes de 10 m x 30 m, considerados como áreas já loteadas).

Valor dos lotes com frente para a rua pavimentada:

a – Profundidade equivalente:

$$f = \frac{S}{ap} = \frac{300}{10} = 30,00\ m = N$$

b – Valor do terreno:

Como f = N e as demais condições correspondem às do "lote-padrão" da zona, temos:

Vt = q x S = 80 x 300 = R$ 24.000,00

E, para os nove lotes:

$V_{Lotes} = 9 \times 24.000 =$ R$ 216.000,00

Considerando aqui, também, um lucro de 10% e as despesas de compra (Dc), o preço de custo será:

$C_{Lotes} = 216.000/1{,}10 - Dc = 216.000/1{,}10 - 1.5\% \times 216.000/1{,}10;$

$C_{Lotes} =$ R$ 196.363 – 2.945;

$C_{Lotes} = 193.418{,}00$ (preço de custo dos nove lotes com frente para a rua pavimentada).

Valor total da gleba (18.000 m²):

$Vt = V_G + C_{Lotes} = 101.203{,}00 + 193.418{,}00;$

Vt = R$ 294.621,00.

Preço médio unitário da gleba bruta =

$$qm = \frac{294.621}{18.000} = 16{,}37/m^2$$

Observações:

a – Verificação dos resultados com base na fórmula elementar (33).

$V_L = V_G + Dc + Du + L \qquad (1)$

Valor da venda dos lotes:

$V_L = 0{,}65 \times 80 \times 15.300 =$ R$ 795.600,00

Valor da gleba bruta:

V_G = 101.203 + fatores + depreciação pelo córrego

Fatores:

(1 – 0,85) . 0,5764 x 80 x 15.300 – 102.652 = 3.175

Depreciação = 102.652 – 101.203 = 1.449

Donde:

V_G = 101.203 + 3.175 + 1.449 = 105.827,00

Despesas de compra:

Dc = 1,5% x V_G = 1,5% x 105.827 = R$ 1.587,00

Despesas de urbanização:

Pela fórmula (36):

Du = R$ 608.634,00

Lucro (só da área bruta de 15.300 m²):

L = 10% x V_L = 0,10 x 795.6000 = R$ 79.560,00

Substituindo em (1), teremos:

795.600 = 105.827 + 1.587 + 608.634 + 79.560 = 795.608,00

b – Sobre as despesas de compra, incluindo os nove lotes de frente para a rua:

Dc = 1,5% (105.827 + 196.364) = R$ 4.533,00

c – Sobre o lucro total, incluindo os nove lotes de frente para a rua:

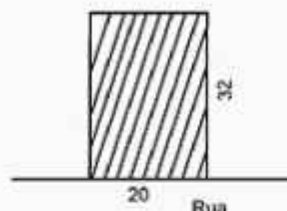
L = 10% (795.600 + 196.364) = R$ 99.196,00

d – Rateio das despesas de urbanização da gleba bruta:

(Du = R$ 608.634,00)

1- Redes de água:	15% x 608.634/0,85	R$ 107.406,00
2 – Redes de esgoto:	10% x 608.634/0,85	R$ 71.604,00
3 – Luz pública:	5% x 608.634/0,85	R$ 35.802,00
4 – Luz domiciliar:	15% x 608.634/0,85	R$ 107.406,00
5 – Guias de sarjeta:	10% x 608.634/0,85	R$ 71.604,00
6 – Pavimentação:	30% x 608.634/0,85	R$ 214.812,00
		Σ = R$ 608.634,00

EXEMPLO Nº 33

Calcular o valor do terreno ao lado com as seguintes características: terreno plano, horizontal e no nível da rua; solo firme e seco; Zona Residencial central adensada onde não se encontram mais terrenos nus.

Solução:

Na impossibilidade de adotar o Método comparativo pela inexistência de elementos para compor uma amostra típica, devemos adotar o Método residual por análise de investimentos:

1 – Viabilidade: Após consultar a legislação urbanística vigente na zona e examinar as condições de mercado local, o estudo de massa resultou na elaboração de um anteprojeto de edifício residencial multifamiliar com as seguintes características:

Subsolo: garagem com 36 vagas para veículos de passeio;

1º pavimento: portaria, administração, salão de festas com sanitários e apartamento do zelador;

Do 2º ao 10º pavimento: 9 pavimentos-tipo com 4 apartamentos de 2 quartos;

Cobertura: casa de máquinas e reservatório elevado.

2 – Custo de construção:

CC = AEC x CUC

Atribuídos os pesos adequados às diversas áreas obtidas do anteprojeto, a área equivalente de construção, pela fórmula do item 8.3.1.1.2 da NBR 14653-2, deu:

AEC = 3.614,00 m^2

E, aplicando a fórmula do item 8.3.1.1.3 da NBR 14653-2, o custo unitário de construção deu:

CUC = R$ 650,00/m²

Então:

CC = 3.614 m² x R$ 650,00/m² = R$ 2.349.100,00

3 – Custos dos projetos:

CP = 4% x CC

Então:

CP = 0,04 x 2.349.100,00 = R$ 93.964,00

4 – Tempo de construção:

TC = 18 meses corridos

5 – Receita de vendas:

RV = ABV x PUV

A área bruta de venda dos 36 apartamentos com uma vaga de garagem por apartamento deu:

ABV = 3.238,10 m²

E o preço unitário de venda deu:

PUV = R$ 1.088,20/m²

Então:

RV = 3.238,10 m² x R$ 1.088,20 m² = R$ 3.523.700,42

6 – Despesas de vendas (corretagem):

DV = 5% x RV

Então:

DV = 0,05 x 3.523.700,42 = R$ 176.185,00

7 – Taxa de desconto do investidor:

j = 2,00% a.m.

Valor do terreno:

Com os dados acima, lançamos mão da fórmula (37):

$$Vt = -CP - \frac{CC}{TC}\left[\frac{(1+j)^{TC}-1}{(1+j)^{TC} x j}\right] + \frac{RV-DV}{(1+j)^{TC+1}}$$

Donde:

$$Vt = -93.964 - \frac{2.349.100}{18}\left[\frac{(1+0,02)^{18}-1}{(1+0,02)^{18} x\ 0,02}\right] + \frac{3.523.700 - 176.185}{(1 + 0,02)^{19}}$$

Vt = – 93.964,00 – 1.956.543,37 + 2.297.837,55

Vt = R$ 247.330,00

Preço médio unitário:

qm = 247.333/640 = R$ 386,45/m²

Observação 1:

Se o proprietário do terreno, em lugar de receber os R$ 247.330,00 no início das obras (mês zero), aceitasse em troca parte da área construída (mês dezenove), o percentual correspondente seria obtido pela fórmula (38):

$$PP = -\left\{\frac{CP}{RV} + \frac{CC}{TC\,x\,RV}\left[\frac{(1+j)^{TC}-1}{(1+j)^{TC}\,x\,j}\right]\right\}(1+j)^{TC+1} + (1-PC)$$

$$PP = -\left\{\frac{93.964}{3.523.700} + \frac{2.349.100}{18\ x\,3.523.700}\left[\frac{(1+0,02)^{18}-1}{(1+0,02)^{18} x 0,02}\right]\right\} \times$$

$$\times\ (1+0,02)^{19} + (1-0,05)$$

$$PP = -\{0,0267 + 0,5553\}\ x\ 1,4568 + 0,95$$

ou:

PP = 0,1022

Ou seja:

Permuta = 10,22% da receita de vendas.

Observação 2:

O valor de PP também pode ser obtido pela fórmula (39), depois de calcular o valor do terreno (Vt) pela fórmula (37):

$$PP = \frac{Vt\,(1+j)^{TC+1}}{RV}$$

$$PP = \frac{247.330{,}00\,(1+0{,}02)^{18+1}}{3.523.700{,}42} = 0{,}1022$$

15 SÍMBOLOS

a – frente (ou testada) de terrenos com frente única, em metros;

a_1 – Testada de referência de terrenos com frentes múltiplas, em metros;

c – fator de ponderação especial (loteamentos);

f – profundidade equivalente de terrenos com frente única, em metros; divisão da área efetiva do terreno pela testada projetada $\left(f = \frac{S}{ap}\right)$;

f_1 – profundidade equivalente de terrenos com frentes múltiplas, em metros; divisão da área efetiva do terreno pela testada equivalente $\left(f_1 = \frac{S}{A}\right)$;

n – expoente de influência da profundidade;

p – preço unitário da testada, por metro linear, referido ao fundo-padrão da zona;

q – preço unitário, por metro quadrado referido ao fundo-padrão da zona, ou vigente na Zona de Norma;

q_1 – preço unitário máximo, por metro quadrado, dentre o pólo de influência de preços unitários, referidos ao fundo-padrão da zona, ou vigentes na Zona de Norma;

qm – preço médio unitário, por metro quadrado, calculado segundo as fórmulas;

r – testada referencial da zona, instituída pelo Plano diretor;

t.o. – taxa de ocupação do terreno; quociente da área remanescente resultante da subtração das áreas livres (geradas pelos recuos obrigatórios) da área efetiva, dividida pela área efetiva;

A – testada equivalente (ou homogeneizada) de terrenos com frentes múltiplas;

Dc – Despesas de compra;

Du – Despesas de urbanização;

Ka – fator aproveitamento;

Kc – fator condução (acessibilidade a glebas urbanizáveis);

Ke – fator esquina;

Ki – fator inclinação;

Ks – fator salubridade;

Kt – fator testada (para terrenos com frente única); e fator testada equivalente (para terrenos com frentes múltiplas);

Kv – fator vantagem para terrenos com f_1 < N;

Σ K – somatório dos fatores de valorização;

L – lucro;

Ma – profundidade máxima para a Zona de Norma (ZN) do Ibape;

Mi – profundidade mínima para a Zona de Norma (ZN) do Ibape;

N – fundo-padrão ou profundidade do lote-padrão da zona;

S – área efetiva do terreno;

T.O. – taxa de ocupação na zona, instituída pelo Plano diretor;

V_G – valor da gleba bruta;

V_L – valor da venda dos lotes;

Vt – valor do terreno calculado por fórmula específica.

16 FÓRMULAS

(1) Vt = q x S (fórmula simplista);

(2) $Vt = q.\sqrt{S.(a \ x \ N)}$ (de Sir Edgard Harper);

(3) $f = \frac{S}{a}$ (para terrenos com frente única);

(3a) $f = \frac{S}{ap}$ (para terrenos com frente única e usada nos cálculos);

(4) $Vt = q \times S \times \sqrt{\frac{N}{f}}$ (de Harper-Berrini);

(5) $q = \frac{p}{N}$ (para lotes com "fundo-padrão");

(6) $Vt = p \times \sqrt{\frac{S \ x \ a}{N}}$ (variante da fórmula (2));

(7) $Vt = q \times S \times \sqrt{\frac{N}{f}}$ (para $N \leq f \leq 2N$);

(8) $Vt = q \ x \ S \ x \sqrt{\frac{f}{N}}$ (para $N/2 \leq f \leq N$);

(9) Vt = 0,7071 x q x S (para $N/2 \geq f \geq 2N$);

(10) $Vt = \sqrt{S \ x \ N.(a_1 \ x \ q_1{}^2 + a_2 \ x \ q_2{}^2 + ... + a_n \ x \ qn^2)}$;

(11) $Vt = \sqrt{\frac{S}{N}.(a_1 \; x \; p_1^{\;2} + a_2 \; x \; p_2^{\;2} + ... + a_n x \; p_n^{\;2})}$;

(12) $A = a_1 + a_2\left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2 + ... + a_n\left(\frac{q_n}{q_1}\right)^2$;

(13) $f_1 = \frac{S}{A}$ (para terrenos com frentes múltiplas);

(14) $Vt = q_1 \times S \times \sqrt{\frac{N}{f_1}}$ (para $N \leq f_1 \leq 2\,N$);

(15) $Vt = q_1 \times S \times \sqrt{\frac{f_1}{N}}$ (prejudicada);

(16) $Vt = 0{,}7071 \times q_1 \times S$ (para $\geq 2N$);

(17) $Kv = \left(\frac{N}{f_1}\right)^{0{,}75} = \sqrt[4]{\left(\frac{N}{f_1}\right)^3}$ (para $f_1 < N$);

(18) $Vt = Kv \times q_1 \times S \times \sqrt{\frac{f_1}{N}}$ (para $N/2 < f_1 < N$);

(19) $Vt = Kv \times 0{,}7071 \times q_1 \times S$ (para $f_1 \leq N/2$);

(20) $Kt = \sqrt[4]{\frac{a}{r}} = \left(\frac{a}{r}\right)^{0{,}25}$ (para $0{,}50 \leq \frac{a}{r} \leq 2{,}00$);

(21) $Kt = \sqrt[4]{\frac{A}{r}} = \left(\frac{A}{r}\right)^{0{,}25}$ (para $0{,}50 \leq \frac{A}{r} \leq 2{,}00$);

(22) $Ka = \frac{t.o}{T.O.}$ (sendo $0 < Ka < 1$);

(23) $Vt = q \times S$ (para $Mi \leq f \leq Ma$);

(24) $Vt = q \times S. \left(\frac{f}{Mi}\right)^{1/2}$ (para $Mi/2 \leq f \leq Mi$);

(25) $Vt = q \times \left[\frac{Ma}{f} + \left(1 - \frac{Ma}{f}\right)\left(\frac{Ma}{f}\right)^{n}\right]$ (para $Ma \leq f \leq 3\,Ma$);

(26) $Vt = 0{,}7071 \times q \times S$ (para $f \leq Mi/2$);

(27) $Vt = 0{,}7182 \times q \times S$ (para $f \geq 3\,Ma$; $n = 0{,}5$);

(28) $Vt = q_1 \times S$ (para $Mi \leq f_1 \leq Ma$);

(29) $Vt = q_1 \times S. \left(\frac{f_1}{Mi}\right)^{1/2}$ (para $Mi/2 \leq f_1 \leq Mi$);

(30) $Vt = q_1 \times S. \left[\frac{Ma}{f_1} + \left(1 - \frac{Ma}{f_1}\right)\left(\frac{Ma}{f_1}\right)^{n}\right]$ (para $Ma \leq f_1 \leq 3.Ma$);

(31) $Vt = 0{,}7071 \times q_1 \times S$ (para $f_1 \leq Mi/2$);

(32) $Vt = 0{,}7182 \times q_1 \times S$ (para $f_1 \geq 3\,Ma$ e $n = 0{,}5$);

(33) $V_L = V_G + Dc + Du + L;$

(34) $V_G = 0{,}5764 \times q \times S - \dfrac{Du}{1{,}015}$;

(35) $V_G = (1 - c) \,.\, 0{,}5764 \times q \times S \qquad (\text{para } \Sigma K = 1);$

(36) $Du = 0{,}5850 \times c \times q \times S;$

(37) $$Vt = -CP - \frac{CC}{TC}\left[\frac{(1+j)^{TC}-1}{(1+j)^{TC}\,x\,j}\right] + \frac{RV-DV}{(1+j)^{TC+1}}\ ;$$

(38) $$PP = -\left\{\frac{CP}{RV} + \frac{CC}{TC\,x\,RV}\left[\frac{(1+j)^{TC}-1}{(1+j)^{TC}\,x\,j}\right]\right\}(1+j)^{TC+1} + (1-PC);$$

(39) $$PP = \frac{Vt\ (1+j)^{TC+1}}{RV}.$$

17 MODELO DE LAUDO TÉCNICO

LAUDO DE AVALIAÇÃO DE TERRENO

Endereço: (Rua, nº, Bairro, Cidade, Município e Estado)

Proprietário: (Nome completo)

Cliente: (Nome completo)

1 - ESPECIFICAÇÕES DO TERRENO:

1.1 - Situação:

Zona: (comercial/residencial/mista)

Restrições: Índice de aproveitamento I A =

Taxa de ocupação T.O. =

Recuos obrigatórios: Frente =

Laterais =

Fundos =

1.2 - Formato: (Retangular/Trapezoidal/Irregular, etc.)

1.3 - Localização: (quadra total/meio de quadra/de esquina, etc.)

1.4 Dimensões:

Frente(s) =

Fundos =

Lado esquerdo =

Lado direito =

Área efetiva =

Nota: Observador na via de acesso olhando para o terreno

1.5 - Topografia = (Plano horizontal/plano, com aclive de x%/plano, com declive de y%, etc.; cotas em relação ao meio-fio (RN=0) = (fornecer as dos pontos mais recomendados para caracterizar o terreno))

1.6 - Geologia: (Terreno firme/Pantanoso/Arenoso/Rochoso)

1.7 Salubridade = (Seco/Úmido/Alagadiço/Brejoso/Inundável/Alagado)

1.8 - Orientação: (frente norte/frente nordeste/frente sul, etc.)

1.9 - Urbanização:

Meio-fio

Pavimentação

Rede elétrica

Rede telefônica

Transporte coletivo

Supermercado(s)

Banco(s)

1.10 - Saneamento:

Rede de água

Rede de esgoto pluvial

Rede de esgoto sanitário

Coleta de resíduos sólidos

Hospital a x metros

Ambulatório a y metros

Escola a Z metros

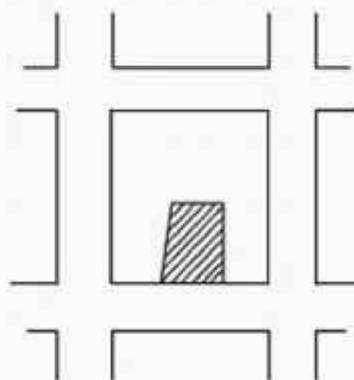
Creche a m metros

Recreação e lazer a n metros

1.11- Demarcação: Parede(s)/Muros de alvenaria/cerca de arame/placas de concreto pré-moldado/marcos, etc.

1.12 - Cotação do preço unitário na zona = (Preço unitário apurado pela pesquisa)

2. AVALIAÇÃO DO TERRENO

Cálculos de Vt e qm

Florianópolis, 12 de dezembro de 2006

18 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABUNAHMAN, Sérgio Antonio. ***Engenharia Legal e de Avaliações***. 2ª ed. São Paulo: Pini, 2004.

2. DANTAS, Rubens Alves. ***Engenharia de Avaliações***. 2ª ed. São Paulo: Pini, 2005.

3. FIKER, José. ***Avaliações e Perícias em Imóveis Urbanos***. 2ª ed. São Paulo: Pini, 2005.

4. GUERRA, Fernando. ***Matemática Financeira Através da HP-12C***. 2ª ed. Florianópolis: UFSC, 2001.

5. LEI FEDERAL 6.766/79. ***Lei de Uso e Ocupação do Solo Urbano***. Fidem.

6. LIMA, Gilson Pereira de Andrade. ***Como determinar a taxa de desconto a ser aplicada no Método involutivo a partir do percentual de permutas praticado por empreendedores no mercado?*** XI COBREAP, 2001, Guarapari/ES. Apostilas do Curso de Pós-graduação Lato Sensu – Especialização em Avaliações e Perícias da Engenharia, pela Faculdade Oswaldo Cruz – São Paulo. Florianópolis: 2006. p.1-11.

7. NBR 5676/89. ***Norma Brasileira para Avaliações de Imóveis Urbanos***. ABNT.

8. NBR 14653-2. ***Avaliação de bens***. *Parte 2: Imóveis Urbanos*. ABNT.

9. NBR 14653-4. ***Avaliação de bens***. *Parte 4: Empreendimentos*. ABNT.

10. PROJETO 02:134.02.001. ***Avaliação de bens***. *Parte 1*: Procedimentos Gerais. ABNT.

11. SOLER, Andrés Nobell. ***Manual de Avaliação Imobiliária***. 1ª ed. São Paulo: Pini, 2001.

12. VEGNI-NERI, Guilherme Bomfim dei. ***Avaliação de Imóveis Urbanos***. 3ª ed. São Paulo: C. E. Nacional, 1977.

Foram elaborados seis grupos (G1 a G6) de três planilhas (1/3 – 2/3 – 3/3), cada uma com dezesseis terrenos de formato igual, com duas frentes, aumentando-se gradativamente o "preço unitário" em apenas uma das frentes.

O objetivo dessas dezoito planilhas foi comparar os valores dos "preços médios unitários" entre si pelas fórmulas de Harper-Berrini, adotando-se três hipóteses para o "fator vantagem", quais sejam:

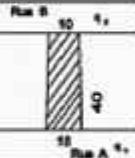
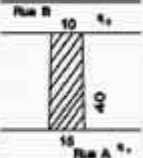
1 – Sem "fator vantagem";

2 – Com Kv = $\left(\dfrac{N}{f_1}\right)^{0,75}$;

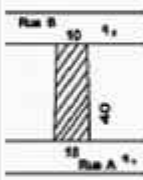
3 – Com Kv = 1 + $\left(\sqrt{\dfrac{A}{a_1}}-1\right)\dfrac{f_1}{N}$.

Nos terrenos de esquina, foi omitido o "fator esquina", porque este não interfere no objetivo da demonstração.

Conforme se pode verificar nas planilhas, foi mantido constante o "preço unitário" (q_1) em uma das frentes e aumentado gradativamente o "preço unitário" (q_2) na outra.

Pelos resultados obtidos na última coluna, constata-se que nas planilhas (1/3) – sem Kv e (3/3) – com Kv = 1 + $\left(\sqrt{\dfrac{A}{a_1}}-1\right).\dfrac{f_1}{N}$, os valores dos "preços médios unitários" (qm) não acompanham os aumentos gradativos de q_2 e atingem um valor mínimo para $q_1 = q_2$, o que não condiz com a lógica nem é aceitável no mercado imobiliário.

Essa aberração, no entanto, não acontece nas planilhas (2/3) – com $Kv = \left(\frac{N}{f_1}\right)^{0,75}$, em que se verifica um aumento diretamente proporcional entre q_2 e qm.

G1 - 1/3 **Sem Kv**

TERRENO	q_1 q_2	$A = a_1 + a_2\left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2$	$f_1 = \frac{S}{A}$	$f_1 > N$ $f_1 < N$	Kv	$Vt = q_1 \times S\sqrt{\frac{N}{f_1}}$ $Vt = Kv\,(q_1 \times S \times \sqrt{\frac{f_1}{N}})$	qm
	100,00 0,00	15,00	33,33	X 	-	47.436,00	94,87
	100,00 10,00	15,10	33,11	X 	-	47.594,00	95,19
	100,00 20,00	15,40	32,47	X 	-	48.061,00	96,12
	100,00 30,00	15,90	31,45	X 	-	48.834,00	97,67
	100,00 40,86	16,67	30,00	X	-	50.000,00	100,00
	100,00 50,00	17,50	28,57	 X	-	48.794,00	97,59
	100,00 60,00	18,60	26,88	 X	-	47.329,00	94,66
	100,00 70,00	19,90	25,12	 X	-	45.753,00	91,50
$S = 500\ m^2$ $N = 30\ m$	100,00 80,00	21,40	23,36	 X	-	44.121,00	88,24
	100,00 90,00	23,10	21,64	 X	-	42.466,00	84,93
	100,00 100,00	25,00	20,00	 X	-	40.825,00	81,65
	100,00 110,00	22,40	22,32	 X	-	47.440,00	94,88
	100,00 120,00	20,42	24,49	 X	-	54.211,00	108,42
	100,00 130,00	18,87	26,49	 X	-	61.079,00	122,16
	100,00 140,00	17,65	28,32	 X	-	68.012,00	136,02
	100,00 150,00	16,67	30,00	X	-	75.000,00	150,00

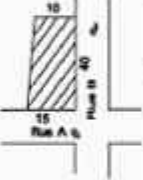
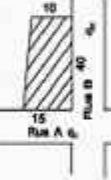
G1 - 2/3

Com $Kv = \left(\frac{N}{f_1}\right)^{0,75}$

TERRENO	q_1 q_2	$A = a_1 + a_2\left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2$	$f_1 = \frac{S}{A}$	$f_1 > N$	$f_1 < N$	Kv	$Vt = q_1 \times S\sqrt{\frac{N}{f_1}}$ $Vt = Kv\,(q_1 \times S \times \sqrt{\frac{f_1}{N}})$	qm
	100,00 0,00	15,00	33,33	X		-	47.436,00	94,87
	100,00 10,00	15,10	33,11	X		-	47.594,00	95,19
	100,00 20,00	15,40	32,47	X		-	48.061,00	96,12
	100,00 30,00	15,90	31,45	X		-	48.834,00	97,67
	100,00 40,86	16,67	30,00	X		-	50.000,00	100,00
	100,00 50,00	17,50	28,57		X	1,0373	50.614,00	101,23
	100,00 60,00	18,60	26,88		X	1,0858	51.392,00	102,78
	100,00 70,00	19,90	25,12		X	1,1424	52.269,00	104,54
$S = 500$ m² $N = 30$ m	100,00 80,00	21,40	23,36		X	1,2064	53.227,00	106,45
	100,00 90,00	23,10	21,64		X	1,2776	54.254,00	108,51
	100,00 100,00	25,00	20,00		X	1,3554	55.334,00	110,67
	100,00 110,00	22,40	22,32		X	1,2483	59.220,00	118,44
	100,00 120,00	20,42	24,49		X	1,1644	63.122,00	126,24
	100,00 130,00	18,87	26,49		X	1,0978	67.054,00	134,11
	100,00 140,00	17,65	28,32		X	1,0442	71.016,00	142,03
	100,00 150,00	16,67	30,00	X		-	75.000,00	150,00

G1 - 3/3 **Com Kv =** $1+\left(\sqrt{\frac{A}{a_1}}-1\right)\frac{f_1}{N}$

TERRENO	q_1 q_2	$A = a_1 + a_2\left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2$	$f_1 = \frac{S}{A}$	$f_1 > N$ $f_1 < N$	Kv	$Vt = q_1 \times S\sqrt{\frac{N}{f_1}}$ $Vt = Kv\,(q_1 \times S \times \sqrt{\frac{f_1}{N}})$	qm
	100,00 0,00	15,00	33,33	X 	-	47.436,00	94,87
	100,00 10,00	15,10	33,11	X 	-	47.594,00	95,19
	100,00 20,00	15,40	32,47	X 	-	48.061,00	96,12
	100,00 30,00	15,90	31,45	X 	-	48.834,00	97,67
	100,00 40,86	16,67	30,00	X	-	50.000,00	100,00
	100,00 50,00	17,50	28,57	 X	1,0763	52.517,00	105,03
	100,00 60,00	18,60	26,88	 X	1,1017	52.144,00	104,28
	100,00 70,00	19,90	25,12	 X	1,1271	51.569,00	103,13
S = 500 m² N = 30 m	100,00 80,00	21,40	23,36	 X	1,1514	50.801.00	101,60
	100,00 90,00	23,10	21,64	 X	1,1738	49.847,00	99,69
	100,00 100,00	25,00	20,00	 X	1,1940	48.745,00	97,49
	100,00 110,00	22,40	22,32	 X	1,3695	64.970,00	129,94
	100,00 120,00	20,42	24,49	 X	1,3502	73.195,00	146,39
	100,00 130,00	18,87	26,49	 X	1,3300	81.233,00	162,46
	100,00 140,00	17,65	28,32	 X	1,3101	89.104,00	178,20
	100,00 150,00	16,67	30,00	X	-	75.000,00	150,00

G2 - 1/3 **Sem Kv**

TERRENO	q_1 q_2	$A = a_1 + a_2\left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2$	$f_1 = \frac{S}{A}$	$f_1 > N$ $f_1 < N$	Kv	$Vt = q_1 \times S\sqrt{\frac{N}{f_1}}$ $Vt = Kv\ (q_1 \times S \times \sqrt{\frac{f_1}{N}})$	qm
	100,00 0,00	15,00	33,33	X 	-	47.436,00	94,87
	100,00 10,00	15,40	32,47	X 	-	48.060,00	96,12
	100,00 20,43	16,67	30,00	X	-	50.000,00	100,00
	100,00 30,00	18,60	26,88	 X	-	47.328,00	94,65
	100,00 40,00	21,40	23,36	 X	-	44.121,00	88,24
	100,00 50,00	25,00	20,00	 X	-	40.824,00	81,64
	100,00 60,00	29,40	17,01	 X	-	37.649,00	75,30
	100,00 67,69	33,33	15,00	 X	-	35.355,00	70,71
$S = 500$ m² $N = 30$ m	100,00 80,00	40,60	15*	 X	-	35.355,00	70,71
	100,00 90,00	47,40	15*	 X	-	35.355,00	70,71
	100,00 100,00	55,00	15*	 X	-	35.355,00	70,71
	100,00 110,00	52,40	15*	 X	-	38.890,00	77,78
	100,00 120,00	50,42	15*	 X	-	42.426,00	84,85
	100,00 130,00	48,88	15*	 X	-	45.961,00	91,92
	100,00 140,00	47,65	15*	 X	-	49.497,00	98,99
	100,00 150,00	46,67	15*	 X	-	53.032,00	106,06

* $f_1 = 15$ = constante (para $f_1 \leq N/2$)

G2 - 2/3

Com $Kv = \left(\frac{N}{f_1}\right)^{0,75}$

TERRENO	q_1 q_2	$A = a_1 + a_2\left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2$	$f_1 = \frac{S}{A}$	$f_1 > N$	$f_1 < N$	Kv	$Vt = q_1 \times S\sqrt{\frac{N}{f_1}}$ $Vt = Kv\,(q_1 \times S \times \sqrt{\frac{f_1}{N}})$	qm
	100,00 0,00	15,00	33,33	X		-	47.436,00	94,87
	100,00 10,00	15,10	32,47	X		-	48.060,00	96,12
	100,00 20,43	16,67	30,00	X		-	50.000,00	100,00
	100,00 30,00	18,60	26,88		X	1,0858	51.392,00	102,78
	100,00 40,00	21,40	23,36		X	1,2064	53.227,00	106,45
	100,00 50,00	25,00	20,00		X	1,3554	55.334,00	110,67
	100,00 60,00	29,40	17,00		X	1,5311	57.629,00	115,26
	100,00 67,69	33,33	15,00		X	1,6818	59.460,00	118,92
$S = 500$ m² $N = 30$ m	100,00 80,00	40,60	15*		X	1,6818	59.460,00	118,92
	100,00 90,00	47,40	15*		X	1,6818	59.460,00	118,92
	100,00 100,00	55,00	15*		X	1,6818	59.460,00	118,92
	100,00 110,00	52,40	15*		X	1,6818	65.407,00	130,81
	100,00 120,00	50,42	15*		X	1,6818	71.353,00	142,70
	100,00 130,00	48,87	15*		X	1,6818	77.298,00	154,60
	100,00 140,00	47,65	15*		X	1,6818	83.244,00	166,49
	100,00 150,00	46,67	15*		X	1,6818	89.190,00	178,38

* $f_1 = 15$ = constante (para $f_1 < N/2$)

G2 - 3/3

Com $Kv = 1 + \left(\sqrt{\frac{A}{a_1}} - 1 \right) \frac{f_1}{N}$

TERRENO	q_1 q_2	$A = a_1 + a_2\left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2$	$f_1 = \frac{S}{A}$	$f_1 > N$ $f_1 < N$	Kv	$Vt = q_1 \times S\sqrt{\frac{N}{f_1}}$ $Vt = Kv\ (q_1 \times S \times \sqrt{\frac{f_1}{N}})$	qm
	100,00 0,00	15,00	33,33	X 	-	47.436,00	94,87
	100,00 10,00	15,40	32,47	X 	-	48.060,00	96,12
	100,00 20,43	16,67	30,00	X	-	50.000,00	100,00
	100,00 30,00	18,60	26,88	 X	1,1017	52.144,00	104,28
	100,00 40,00	21,40	23,36	 X	1,1514	50.800,00	101,60
	100,00 50,00	25,00	20,00	 X	1,1940	48.744,00	97,48
	100,00 60,00	29,40	17,00	 X	1,2267	46.170,00	92,34
	100,00 67,69	33,33	15,00	 X	1,2453	44.028,00	88,05
$S = 500\ m^2$ $N = 30\ m$	100,00 80,00	40,60	15*	 X	1,2650	46.760,00	93,52
	100,00 90,00	47,40	15*	 X	1,3888	49.101,00	98,20
	100,00 100,00	55,00	15*	 X	1,0863	38.406,00	76,81
	100,00 110,00	52,40	15*	 X	1,0723	41.701,00	83,40
	100,00 120,00	50,42	15*	 X	1,0614	45.029,00	90,05
	100,00 130,00	48,87	15*	 X	1,0527	48.382,00	96,76
	100,00 140,00	47,65	15*	 X	1,0457	51.760,00	103,52
	100,00 150,00	46,67	15*	 X	1,0401	55.158,00	110,31

* $f_1 = 15$ = constante (para $f_1 < N/2$)

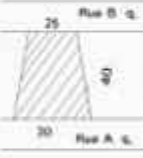
G3 - 1/3 **Sem Kv**

TERRENO	q_1 / q_2	$A = a_1 + a_2\left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2$	$f_1 = \frac{S}{A}$	$f_1 > N$ / $f_1 < N$	Kv	$Vt = q_1 \times S\sqrt{\frac{N}{f_1}}$ / $Vt = Kv\ (q_1 \times S \times \sqrt{\frac{f_1}{N}})$	qm
	100,00 / 0,00	40,00	15*	X	-	35.355,00	70,71
	100,00 / 50,00	43,75	15*	X	-	35.355,00	70,71
	100,00 / 100,00	55,00	15*	X	-	35.355,00	70,71
	100,00 / 150,00	32,78	15,25	X	-	53.473,00	106,94
	100,00 / 200,00	25,00	20,00	X	-	81.650,00	163,30
	100,00 / 250,00	21,40	23,36	X	-	110.302,00	220,60
	100,00 / 300,00	19,44	25,71	X	-	138.861,00	277,72
	100,00 / 350,00	18,26	27,37	X	-	167.153,00	334,30
$S = 500\ m^2$ $N = 30\ m$	100,00 / 400,00	17,50	28,57	X	-	195.175,00	390,35
	100,00 / 450,00	16,97	29,45	X	-	222.928,00	445,85
	100,00 / 489,40	16,67	30,00	X	-	244.700,00	489,40
	100,00 / 500,00	16,60	30,12*	X	-	249.501,00	499,00
	100,00 / 550,00	16,32	30,63	X	-	272.157,00	544,31
	100,00 / 600,00	16,11	31,03	X	-	294.979,00	589,96
	100,00 / 650,00	15,95	31,35	X	-	317.925,00	635,85
	100,00 / 700,00	15,82	31,61	X	-	340.970,00	681,94

* $f_1 = 15$ = constante (para $f_1 < N/2$)

G3 - 2/3 **Com** $Kv = \left(\frac{N}{f_1}\right)^{0,75}$

TERRENO	q_1 / q_2	$A = a_1 + a_2\left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2$	$f_1 = \frac{S}{A}$	$f_1 > N$ / $f_1 < N$	Kv	$Vt = q_1 \times S\sqrt{\frac{N}{f_1}}$ / $Vt = Kv\,(q_1 \times S \times \sqrt{\frac{f_1}{N}})$	qm
	100,00 / 0,00	40,00	15*	X	-	35.355,00	70,71
	100,00 / 50,00	43,75	15*	X	1,6818	59.460,00	118,92
	100,00 / 100,00	55,00	15*	X	1,6818	59.460,00	118,92
	100,00 / 150,00	32,78	15,25	X	1,6611	88.823,00	177,64
	100,00 / 200,00	25,00	20,00	X	1,3554	110.668,00	221,34
	100,00 / 250,00	21,40	23,36	X	1,2064	133.067,00	266,13
	100,00 / 300,00	19,44	25,71	X	1,1227	155.900,00	311,80
	100,00 / 350,00	18,26	27,37	X	1,0712	179.060,00	358,12
$S = 500\ m^2$ $N = 30\ m$	100,00 / 400,00	17,50	28,57	X	1,0373	202.457,00	404,91
	100,00 / 450,00	16,97	29,45	X	1,0140	226.043,00	452,09
	100,00 / 489,40	16,67	30,00	X	-	244.700,00	489,40
	100,00 / 500,00	16,60	30,12	X	-	249.501,00	499,00
	100,00 / 550,00	16,32	30,63	X	-	272.157,00	544,31
	100,00 / 600,00	16,11	31,03	X	-	294.979,00	589,96
	100,00 / 650,00	15,95	31,35	X	-	317.925,00	635,35
	100,00 / 700,00	15,82	31,61	X	-	340.970,00	681,94

* $f_1 = 15$ = constante (para $f_1 < N/2$)

G3 - 3/3 **Com Kv =** $1+\left(\sqrt{\frac{A}{a_1}}-1\right)\frac{f_1}{N}$

TERRENO	q_1 q_2	$A = a_1 + a_2\left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2$	$f_1 = \frac{S}{A}$	$f_1 > N$ $f_1 < N$	Kv	$Vt = q_1 \times S\sqrt{\frac{N}{f_1}}$ $Vt = Kv\,(q_1 \times S \times \sqrt{\frac{f_1}{N}})$	qm
	100,00 0,00	40,00	15*	X	-	35.355,00	70,71
	100,00 50,00	43,75	15*	X	1,0229	36.165,00	72,33
	100,00 100,00	55,00	15*	X	1,0863	38.406,00	76,81
	100,00 150,00	32,78	15,25	X	1,2431	66.474,00	132,95
	100,00 200,00	25,00	20,00	X	1,1940	97.489,00	194,97
	100,00 250,00	21,40	23,36	X	1,1514	127.002,00	254,00
	100,00 300,00	19,44	25,71	X	1,1186	167.794,00	335,58
	100,00 350,00	18,26	27,37	X	1,0943	182.916,00	365,83
S = 500 m² N = 30 m	100,00 400,00	17,50	28,57	X	1,0763	210.068,00	420,13
	100,00 450,00	16,97	29,45	X	1,0625	236.855,00	473,71
	100,00 489,40	16,67	30,00	X	-	244.700,00	489,40
	100,00 500,00	16,60	30,12	X	-	249.501,00	499,00
	100,00 550,00	16,32	30,63	X	-	272.157,00	544,31
	100,00 600,00	16,11	31,03	X	-	294.979,00	589,96
	100,00 650,00	15,95	31,35	X	-	317.925,00	635,35
	100,00 700,00	15,82	31,61	X	-	340.970,00	681,94

* f_1 = 15 = constante (para $f_1 < N/2$)

G4 - 1/3 **Sem Kv**

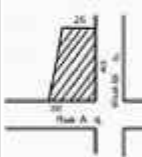
TERRENO	q_1 q_2	$A = a_1 + a_2\left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2$	$f_1 = \frac{S}{A}$	$f_1 > N$ $f_1 < N$	Kv	$Vt = q_1 \times S\sqrt{\frac{N}{f_1}}$ $Vt = Kv\,(q_1 \times S \times \sqrt{\frac{f_1}{N}})$	qm
	100,00 0,00	30,00	36,67	X —	-	99.494,00	90,44
	100,00 10,00	30,25	36,36	X —	-	99.917,00	90,83
	100,00 20,00	31,00	35,48	X —	-	101.149,00	91,95
	100,00 30,00	32,25	34,11	X —	-	103.160,00	93,78
	100,00 40,00	34,00	32,35	X —	-	105.929,00	96,30
	100,00 51,65	36,67	30,00	X	-	110.000,00	100,00
Rua B. q_2 25 40 30 Rua A. q_1	100,00 60,00	39,00	28,20	— X	-	106.649,00	96,95
	100,00 70,00	42,25	26,03	— X	-	102.463,00	93,15
$S = 1.100\ m^2$ $N = 30\ m$	100,00 80,00	46,00	23,91	— X	-	98.202,00	89,27
	100,00 90,00	50,25	21,89	— X	-	93.962,00	85,42
	100,00 100,00	55,00	20,00	— X	-	89.815,00	81,65
	100,00 110,00	49,79	22,09	— X	-	103.830,00	94,39
	100,00 120,00	45,83	24,00	— X	-	118.064,00	107,33
	100,00 130,00	42,75	25,73	— X	-	132.433,00	120,39
	100,00 140,00	40,30	27,29	— X	-	146.880,00	133,53
	100,00 160,33	36,67	30,00	X	-	176.363,00	160,33

G4 - 2/3

Com $Kv = \left(\dfrac{N}{f_1}\right)^{0,75}$

TERRENO	q_1 q_2	$A = a_1 + a_2\left(\dfrac{q_2}{q_1}\right)^2$	$f_1 = \dfrac{S}{A}$	$f_1 > N$ $f_1 < N$	Kv	$Vt = q_1 \times S\sqrt{\dfrac{N}{f_1}}$ $Vt = Kv\,(q_1 \times S \times \sqrt{\dfrac{f_1}{N}})$	qm
	100,00 0,00	30,00	36,67	X 	-	99.494,00	90,44
	100,00 10,00	30,25	36,36	X 	-	99.917,00	90,83
	100,00 20,00	31,00	35,48	X 	-	101.149,00	91,95
	100,00 30,00	32,25	34,11	X 	-	103.160,00	93,78
	100,00 40,00	34,00	32,35	X 	-	105.929,00	96,30
	100,00 51,65	36,67	30,00	X	-	110.000,00	100,00
	100,00 60,00	39,00	28,20	 X	1,0475	111.715,00	101,56
	100,00 70,00	42,25	26,03	 X	1,1123	113.974,00	103,61
$S = 1.100\ m^2$ $N = 30\ m$	100,00 80,00	46,00	23,91	 X	1,1855	116.420,00	105,84
	100,00 90,00	50,25	21,89	 X	1,2666	119.018,00	108,20
	100,00 100,00	55,00	20,00	 X	1,3554	121.735,00	110,67
	100,00 110,00	49,79	22,09	 X	1,2580	130.622,00	118,75
	100,00 120,00	45,83	24,00	 X	1,1822	139.573,00	126,88
	100,00 130,00	42,75	25,73	 X	1,1220	148.596,00	135,09
	100,00 140,00	40,30	27,29	 X	1,0736	157.688,00	143,35
	100,00 160,33	36,67	30,00	X	-	176.363,00	160,33

G4 - 3/3 **Com** $Kv = 1+\left(\sqrt{\frac{A}{a_1}}-1\right)\frac{f_1}{N}$

TERRENO	q_1 q_2	$A = a_1 + a_2\left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2$	$f_1 = \frac{S}{A}$	$f_1 > N$ $f_1 < N$	Kv	$Vt = q_1 \times S\sqrt{\frac{N}{f_1}}$ $Vt = Kv\,(q_1 \times S \times \sqrt{\frac{f_1}{N}})$	qm
	100,00 0,00	30,00	36,67	X	-	99.494,00	90,44
	100,00 10,00	30,25	36,36	X	-	99.917,00	90,83
	100,00 20,00	31,00	35,48	X	-	101.149,00	91,95
	100,00 30,00	32,25	34,11	X	-	103.160,00	93,78
	100,00 40,00	34,00	32,35	X	-	105.929,00	96,30
Rua B q_2, 25	100,00 51,65	36,67	30,00	X	-	110.000,00	100,00
40	100,00 60,00	39,00	28,20	 X	1,1318	120.701,00	109,73
30, Rua A q_1	100,00 70,00	42,25	26,03	 X	1,1620	119.065,00	108,24
S = 1.100 m² N = 30 m	100,00 80,00	46,00	23,91	 X	1,1899	116.852,00	106,23
	100,00 90,00	50,25	21,89	 X	1,2147	114.134,00	103,76
	100,00 100,00	55,00	20,00	 X	1,2360	111.011,00	100,92
	100,00 110,00	49,79	22,09	 X	1,3028	135.271,00	122,97
	100,00 120,00	45,83	24,00	 X	1,2832	151.496,00	137,72
	100,00 130,00	42,75	25,73	 X	1,2639	167.379,00	152,16
	100,00 140,00	40,30	27,29	 X	1,2453	182.907,00	166,28
	100,00 160,33	36,67	30,00	X	-	176.363,00	160,33

G5 - 1/3 **Sem Kv**

TERRENO	q_1 q_2	$A = a_1 + a_2\left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2$	$f_1 = \frac{S}{A}$	$f_1 > N$ $f_1 < N$	Kv	$Vt = q_1 \times S\sqrt{\frac{N}{f_1}}$ $Vt = Kv\,(q_1 \times S \times \sqrt{\frac{f_1}{N}})$	qm
	100,00 0,00	30,00	36,67	X 	-	99.494,00	90,44
	100,00 10,00	30,40	36,18	X 	-	100.165,00	91,05
	100,00 20,00	31,60	34,81	X 	-	102.117,00	92,83
	100,00 30,00	33,60	32,74	X 	-	105.296,00	95,72
	100,00 40,82	36,67	30,00	X	-	110.000,00	100,00
	100,00 50,00	40,00	27,50	 X	-	105.316,00	95,74
	100,00 60,00	44,40	24,77	 X	-	99.952,00	90,86
	100,00 70,00	49,60	22,18	 X	-	94.582,00	85,98
$S = 1.100$ m² $N = 30$ m	100,00 80,00	55,60	19,78	 X	-	89.319,00	81,19
	100,00 90,00	62,40	17,63	 X	-	84.325,00	76,65
	100,00 100,00	70,00	15,71	 X	-	79.601,00	72,36
	100,00 110,00	64,79	16,98	 X	-	91.031,00	82,75
	100,00 120,00	60,83	18,08	 X	-	102.473,00	93,15
	100,00 130,00	57,75	19,05	 X	-	113.952,00	103,59
	100,00 140,00	55,31	19,89	 X	-	125.394,00	113,99
	100,00 150,00	53,33	20,62	 X	-	136.794,00	124,35

G5 - 2/3

Com $Kv = \left(\frac{N}{f_1}\right)^{0,75}$

TERRENO	q_1 q_2	$A = a_1 + a_2\left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2$	$f_1 = \frac{S}{A}$	$f_1 > N$ $f_1 < N$	Kv	$Vt = q_1 \times S\sqrt{\frac{N}{f_1}}$ $Vt = Kv\,(q_1 \times S \times \sqrt{\frac{f_1}{N}})$	qm
	100,00 0,00	30,00	36,67	X	-	99.494,00	90,44
	100,00 10,00	30,40	36,18	X	-	100.165,00	91,05
	100,00 20,00	31,60	34,81	X	-	102.117,00	92,83
	100,00 30,00	33,60	32,74	X	-	105.296,00	95,72
	100,00 40,82	36,67	30,00	X	-	110.000,00	100,00
	100,00 50,00	40,00	27,50	X	1,0674	112.419,00	102,20
	100,00 60,00	44,40	24,77	X	1,1545	115.396,00	104,90
	100,00 70,00	49,60	22,18	X	1,2542	118.627,00	107,84
$S = 1.100\ m^2$ $N = 30\ m$	100,00 80,00	55,60	19,78	X	1,3667	122.072,00	110,97
	100,00 90,00	62,40	17,63	X	1,4899	125.635,00	114,21
	100,00 100,00	70,00	15,71	X	1,6245	129.309,00	117,55
	100,00 110,00	64,79	16,98	X	1,5325	139.502,00	126,82
	100,00 120,00	60,83	18,08	X	1,4620	149.815,00	136,19
	100,00 130,00	57,75	19,05	X	1,4058	160.193,00	145,63
	100,00 140,00	55,31	19,89	X	1,3610	170.664,00	155,15
	100,00 150,00	53,33	20,62	X	1,3247	181.214,00	164,74

G5 - 3/3 **Com Kv =** $1+\left(\sqrt{\frac{A}{a_1}}-1\right)\frac{f_1}{N}$

TERRENO	q_1 / q_2	$A = a_1 + a_2\left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2$	$f_1 = \frac{S}{A}$	$f_1 > N$ / $f_1 < N$	Kv	$Vt = q_1 \times S\sqrt{\frac{N}{f_1}}$ / $Vt = Kv\,(q_1 \times S \times \sqrt{\frac{f_1}{N}})$	qm
	100,00 0,00	30,00	36,67	X	-	99.494,00	90,44
	100,00 10,00	30,40	36,18	X	-	100.165,00	91,05
	100,00 20,00	31,60	34,81	X	-	102.117,00	92,83
	100,00 30,00	33,60	32,74	X	-	105.296,00	95,72
	100,00 40,82	36,67	30,00	X	-	110.000,00	100,00
	100,00 50,00	40,00	27,50	X	1,1418	120.251,00	109,31
	100,00 60,00	44,40	24,77	X	1,1788	117.824,00	107,11
	100,00 70,00	49,60	22,18	X	1,2110	114.542,00	104,12
S = 1.100 m² N = 30 m	100,00 80,00	55,60	19,78	X	1,2383	110.600,00	100,54
	100,00 90,00	62,40	17,63	X	1,2599	106.239,00	96,58
	100,00 100,00	70,00	15,71	X	1,2762	101.590,00	92,35
	100,00 110,00	64,79	16,98	X	1,1543	105.082,00	95,52
	100,00 120,00	60,83	18,08	X	1,1405	116.874,00	106,24
	100,00 130,00	57,75	19,05	X	1,1280	128.537,00	116,85
	100,00 140,00	55,31	19,89	X	1,1166	140.018,00	127,28
	100,00 150,00	53,33	20,62	X	1,1063	151.336,00	137,57

G6 - 1/3 **Sem Kv**

TERRENO	q_1 q_2	$A = a_1 + a_2\left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2$	$f_1 = \frac{S}{A}$	$f_1 > N$ $f_1 < N$	Kv	$Vt = q_1 \times S\sqrt{\frac{N}{f_1}}$ $Vt = Kv\,(q_1 \times S \times \sqrt{\frac{f_1}{N}})$	qm
	100,00 0,00	40,00	27,50	X	-	105.316,00	95,74
	100,00 10,00	40,30	27,30	X	-	104.933,00	95,39
	100,00 20,00	41,20	26,70	X	-	103.773,00	94,33
	100,00 30,00	42,70	25,76	X	-	101.930,00	92,66
	100,00 40,00	44,80	24,55	X	-	99.507,00	90,46
	100,00 50,00	47,50	23,16	X	-	96.649,00	87,86
	100,00 60,00	50,80	21,65	X	-	93.446,00	84,95
	100,00 70,00	54,70	20,11	X	-	90.061,00	81,87
S = 1.100 m² N = 30 m	100,00 80,00	59,20	18,58	X	-	86.567,00	78,70
	100,00 90,00	64,30	17,11	X	-	83.072,00	75,52
	100,00 100,00	70,00	15,71	X	-	79.601,00	72,36
	100,00 110,00	63,06	17,44	X	-	92.256,00	83,87
	100,00 120,00	57,78	19,04	X	-	105.159,00	95,60
	100,00 130,00	53,67	20,50	X	-	118.209,00	107,46
	100,00 140,00	50,41	21,82	X	-	131.337,00	119,40
	100,00 150,00	47,78	23,02	X	-	144.535,00	131,40

19 ANÁLISE DO "FATOR VANTAGEM"

G6 -2/3

Com $Kv = \left(\frac{N}{f_1}\right)^{0,75}$

TERRENO	q_1 q_2	$A = a_1 + a_2\left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2$	$f_1 = \frac{S}{A}$	$f_1 > N$ $f_1 < N$	Kv	$Vt = q_1 \times S\sqrt{\frac{N}{f_1}}$ $Vt = Kv\,(q_1 \times S \times \sqrt{\frac{f_1}{N}})$	qm
	100,00 0,00	40,00	27,50	X	-	105.316,00	95,74
	100,00 10,00	40,30	27,30	X	1,0733	112.624,00	102,38
	100,00 20,00	41,20	26,70	X	1,0913	113.252,00	102,96
	100,00 30,00	42,70	25,76	X	1,1211	114.271,00	103,88
	100,00 40,00	44,80	24,55	X	1,1623	115.654,00	105,14
	100,00 50,00	47,50	23,16	X	1,2142	117.351,00	106,68
	100,00 60,00	50,80	21,65	X	1,2772	119.346,00	108,50
	100,00 70,00	54,70	20,11	X	1,3498	121.568,00	110,52
S = 1.100 m² N = 30 m	100,00 80,00	59,20	18,58	X	1,4324	123.997,00	112,72
	100,00 90,00	64,30	17,11	X	1,5237	126.579,00	115,07
	100,00 100,00	70,00	15,71	X	1,6245	129.309,00	117,55
	100,00 110,00	63,06	17,44	X	1,5020	138.569,00	125,97
	100,00 120,00	57,78	19,04	X	1,4063	147.889,00	134,44
	100,00 130,00	53,67	20,50	X	1,3305	157.281,00	142,98
	100,00 140,00	50,41	21,82	X	1,2697	166.758,00	151,60
	100,00 150,00	47,78	23,02	X	1,2197	176.294,00	160,27

G6 - 3/3 **Com Kv =** $1+\left(\sqrt{\frac{A}{a_1}}-1\right)\frac{f_1}{N}$

TERRENO	q_1 q_2	$A = a_1 + a_2\left(\frac{q_2}{q_1}\right)^2$	$f_1 = \frac{S}{A}$	$f_1 > N$ $f_1 < N$	Kv	$Vt = q_1 \times S\sqrt{\frac{N}{f_1}}$ $Vt = Kv\ (q_1 \times S \times \sqrt{\frac{f_1}{N}})$	qm
	100,00 0,00	40,00	27,50	X	-	105.316,00	95,74
	100,00 10,00	40,30	27,30	X	1,0034	105.290,00	95,71
	100,00 20,00	41,20	26,70	X	1,0133	105.148,00	95,58
	100,00 30,00	42,70	25,76	X	1,0285	104.836,00	95,30
	100,00 40,00	44,80	24,55	X	1,0477	104.255,00	94,77
	100,00 50,00	47,50	23,16	X	1,0693	103.344,00	93,94
	100,00 60,00	50,80	21,65	X	1,0916	102.006,00	92,73
	100,00 70,00	54,70	20,11	X	1,1136	100.288,00	91,17
$S = 1.100\ m^2$ $N = 30\ m$	100,00 80,00	59,20	18,58	X	1,1341	98.177,00	89,25
	100,00 90,00	64,30	17,11	X	1,1528	95.763,00	87,05
	100,00 100,00	70,00	15,71	X	1,1691	93.060,00	84,60
	100,00 110,00	63,06	17,44	X	1,2615	116.381,00	105,80
	100,00 120,00	57,78	19,04	X	1,2461	131.038,00	119,12
	100,00 130,00	53,67	20,50	X	1,2306	145.474,00	132,24
	100,00 140,00	50,41	21,82	X	1,2155	159.639,00	145,12
	100,00 150,00	47,78	23,02	X	1,2010	173.594,00	157,81

O conteúdo deste livro é dividido em duas partes. A primeira tem início com o estudo dos fatores que afetam a valorização ou desvalorização de terrenos urbanos e termina com o desenvolvimento das fórmulas. A Segunda parte apresenta exemplos de cálculos de valor, de “preço médio unitário” e de “preço unitário”, abrangendo a maioria dos casos que podem se apresentar ao avaliador. O autor elaborou uma relação dos símbolos adotados e outra contendo as fórmulas desenvolvidas, para facilitar nas pesquisas.

O livro traz um modelo de LAUDO DE AVALIAÇÃO de acordo com o roteiro básico apresentado no item 10.1 da NBR 14653-1 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), no qual são especificados os requisitos mínimos para caracterizar o terreno avaliado, culminando com o resultado da avaliação e sua data de referência.

A obra apresenta, ainda, o “Fator inclinação” na forma de gráfico, o que facilita a determinação desse coeficiente de desvalorização para qualquer aclive ou declive. E, por fim, apresenta o “Fator aproveitamento” um novo conceito para a avaliação de terrenos situados em zonas centrais adensadas, que calcula o coeficiente de desvalorização do terreno em função da “Taxa de ocupação” e dos recuos obrigatórios estabelecidos pelos Planos Diretores.

03.1768 AIFUM